

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2005年6月23日 (23.06.2005)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2005/056986 A1

(51) 国際特許分類<sup>7</sup>:

F01L 1/04

(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 本田技研工業株式会社 (HONDA MOTOR CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1078556 東京都港区南青山二丁目1番1号 Tokyo (JP).

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2004/018510

(22) 国際出願日:

2004年12月10日 (10.12.2004)

(72) 発明者; および

(25) 国際出願の言語:

日本語

(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 竹島史生 (TAKESHIMA, Fumio) [JP/JP]; 〒3214346 栃木県真岡市松山町19 本田技研工業株式会社 栃木製作所内 Tochigi (JP). 佐竹浩二 (SATAKE, Koji) [JP/JP]; 〒3510193 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 倉澤秀男 (KURASAWA, Hideo) [JP/JP]; 〒3510193 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 大野幸三 (ONO, Kozo) [JP/JP]; 〒9501455 新潟県白根市大字新飯田724番地 大野精工株式会社内 Niigata (JP).

(26) 国際公開の言語:

日本語

(30) 優先権データ:  
特願 2003-414415

2003年12月12日 (12.12.2003) JP

特願 2003-414521

2003年12月12日 (12.12.2003) JP

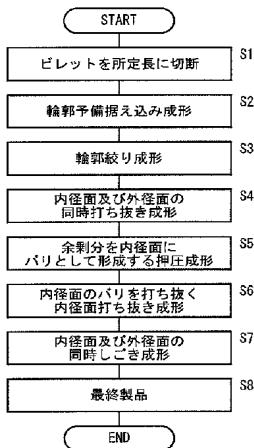
特願 2003-414442

2003年12月12日 (12.12.2003) JP

/続葉有/

(54) Title: CAMSHAFT, METHOD OF MANUFACTURING CAM FOR CAMSHAFT, AND METHOD OF MANUFACTURING SHAFT FOR CAMSHAFT

(54) 発明の名称: カムシャフト、カムシャフト用のカムの製造方法及びカムシャフト用シャフトの製造方法



S1... CUTTING OF BILLET TO SPECIFIED LENGTH  
S2... PRELIMINARY OUTLINE UPSETTING  
S3... OUTLINE DRAWING  
S4... SIMULTANEOUS PIERCING OF INNER AND OUTER DIAMETER SURFACES  
S5... PRESS-MOLDING FORMING EXCESS AMOUNT AS BURRS ON INNER DIAMETER SURFACE  
S6... PIERCING OF INNER DIAMETER SURFACE FOR REMOVING BURRS FROM INNER DIAMETER SURFACE  
S7... SIMULTANEOUS IRONING OF INNER AND OUTER DIAMETER SURFACES  
S8... FINAL PRODUCT

(57) Abstract: A method of manufacturing a cam for a camshaft, comprising the steps of continuously applying, to a billet having a volume larger by a specified volume than a final product, a plurality of cold forging steps formed of a preliminary outline upsetting, an outline drawing, a simultaneous piercing of inner and outer diameter surfaces, a press-molding forming excess amount as burrs on the inner diameter surface, a piercing of the inner diameter surface for removing the burrs from the inner diameter surface, and a simultaneous ironing of the inner and outer diameter surfaces. The final finishing (machining) of a cam (profile) surface can be eliminated, and the final product of the cam for the camshaft having a high dimensional accuracy can be provided.

/続葉有/

WO 2005/056986 A1



- (74) 代理人: 千葉剛宏, 外(CHIBA, Yoshihiro et al.); 〒1510053 東京都渋谷区代々木2丁目1番1号 新宿マインズタワー 16階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA,

SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**添付公開書類:**

- 國際調査報告書
- 補正書・説明書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

- 
- (57) 要約: 最終製品よりも所定量だけ大きな体積を有するビレットに対して輪郭予備据え込み成形、輪郭絞り成形、内径面及び外径面の同時打ち抜き成形、余剩分を内径面にバリとして形成する押圧成形、内径面のバリを打ち抜く内径面打ち抜き成形、内径面及び外径面の同時しごき成形からなる複数の冷間鍛造成形工程を連続して遂行することにより、カム(プロフィール)面の最終の仕上げ加工(機械加工)を不要とし、高い寸法精度を有するカムシャフト用のカムの最終製品を得る。

## 明 細 書

### カムシャフト、カムシャフト用のカムの製造方法及びカムシャフト用シャフトの製造方法

#### 技術分野

[0001] 本発明は、エンジンのバルブを開閉させるためのカムシャフト、該カムシャフト用のカムの製造方法及びカムシャフト用のシャフトの製造方法に関する。

#### 背景技術

[0002] ガソリンエンジン等において、クランクシャフトと連動して回転し、吸気及び排気バルブの開閉タイミングを制御する組立式のカムシャフトが知られている。

[0003] この組立式のカムシャフトは、例えば、シャフト本体を金属製のパイプで構成し、このパイプをカムピースのシャフト挿入孔に圧入等の方法によって固定している。

[0004] この種の従来技術に係るカムシャフトの製造方法として、例えば、特開平8-90139号公報(日本)には、製品としてのカムに対応する容積を有する丸棒状延伸鋼材を1250~1280°Cまで加熱した後、型打ちによる熱間鍛造成形を行うことが開示されている。

[0005] また、特開2001-355709号公報(日本)及び特開2002-147572号公報(日本)には、いわゆるファインブランкиング(精密打ち抜き)法を用いて型だれを抑制することにより、成形精度と製造コストを両立させる技術的思想が開示されている。

[0006] しかしながら、特開平8-90139号公報に開示された熱間鍛造成形方法を使用した場合、鍛造品の表層部に酸化物層が形成されると共に、型打ち鍛造によってバリのしわ傷や巻き込み傷が発生するために、仕上げ加工として機械加工が必要となる。

[0007] さらに、特開2001-355709号公報及び特開2002-147572号公報に開示されたファインブランкиング法を使用した場合、前記ファインブランкиング法が剪断加工であるため、その破断面又は型だれの発生を抑制して最小となることを目的としているが、加工品であるカムの表面に破断面あるいは型だれが発生すると、カム面でバルブを押圧する際に面圧が局部的に上昇するという問題がある。

- [0008] 一方、カムとカムシャフトとを結合することによって一体化した組み立て式カムシャフトにおいては、カムがシャフトに対して滑りを生じると、クランクシャフトとバルブの開閉動作の同期がとれなくなる。このような背景から、特開平7-293666号公報(日本)には、カムの嵌合孔内に廻り止め機構を設ける技術が提案されている。
- [0009] また、特開平11-107712号公報(日本)には、中空状のシャフトにカムを嵌合させ、塑性加工によって軸部を膨出させてカムを固定する技術が提案されている。
- [0010] これらの特開平7-293666号公報及び特開平11-107712号公報において提案されている技術では、廻り止め機構を形成するための加工が必要であることからその分の工程を要する。また、廻り止め機構を備えることからシャフトやカムの形状が複雑になっている。
- [0011] さらに、特開昭52-50963号公報(日本)には、カムシャフトの製造方法としては冷間鍛造を用いて低コストで短時間に形成する技術が提案されている。
- [0012] この特開昭52-50963号公報において提案されている技術はブレーキドラム用カムシャフトの製法に関する技術であり、カムは平板形状となっている。エンジンにおいてバルブを開閉させるためにはカムを用いることから、特開昭52-50963号公報において提案されている技術はエンジン用のカムシャフトには適用できない。
- [0013] また、シャフトとカムとを別に製造した後に組み立ててカムシャフトを得る場合には、シャフトとカムとに廻り止め機構を形成するための加工が必要であり、その分の工程を要する。また、廻り止め機構を備えることからシャフトやカムの形状が複雑になる。

## 発明の開示

- [0014] 本発明は、前記の点を考慮してなされたものであり、工程数を低減し、より生産性の高いカムシャフトを提供することである。
- [0015] また、本発明の他の目的は、複数の冷間鍛造成形工程を連続して遂行することにより、最終の仕上げ加工(機械加工)を不要とし、高い寸法精度を得ることが可能なカムシャフト用のカムの製造方法を提供することを目的とする。
- [0016] さらに本発明は、圧入されたカムが周方向に滑りにくいカムシャフト用のシャフトを少ない工程数で製造することを可能とするカムシャフト用のシャフトの製造方法を提供することを目的とする。

- [0017] 前記の目的を達成するために、本発明は、表面に粉末状潤滑剤を施した状態で冷間鍛造により形成されたシャフトと、前記シャフトに設けられるカムとを有し、前記カムは前記シャフトに圧入されていることを特徴とする。
- [0018] このように、カムをシャフトに対して圧入することにより、カムはシャフトに対して固定され、別途カムを固定する工程が不要である。また、圧入によりカムが固定されることから廻り止め機構が不要であり、廻り止め機構を形成するための工程が不要である。従って、工程数を低減し、生産性を向上させることができる。シャフト自体も冷間鍛造により形成されることから、生産性を向上させることができる。
- [0019] この場合、前記粉末状潤滑剤は、石灰又はほう砂であるとよい。
- [0020] また、前記シャフトには、剪断加工により形成された面取り部が設けられていると、コントロッド等の他の部材との干渉を避けることができる。また、剪断加工することにより、冷間鍛造により形成されたシャフトの寸法精度を維持することができる。
- [0021] さらに、前記シャフトの側方には、剪断成形によってカット面を形成すると、コンロッド等の他の部材との干渉を避けることができる。また、剪断成形によれば、冷間鍛造により形成されたシャフトの寸法精度を維持することができる。
- [0022] 前記カムのシャフト挿入孔は打ち抜き成形により形成されていてもよい。打ち抜き加工によれば、カムの軸心孔を簡便に形成することができる。
- [0023] 軸心部にギヤを有し、前記ギヤが前記シャフトに圧入されるようにしてもよい。この場合、前記ギヤは、軸心部に金属ブッシュを備える合成樹脂製であり、前記金属ブッシュが前記シャフトに圧入されるようにしてもよい。
- [0024] 前記シャフトは、径の異なる段差部を有し、前記カムは、前記段差部に当接して位置決めされていると、カムを容易かつ正確に位置決めすることができる。
- [0025] 本発明に係るカムの製造方法は、最終製品よりも所定量だけ大きな体積を有する鍛造用素材に対して輪郭予備据え込み成形を行い、荒形状からなる第1次冷間鍛造成形体を得る。
- [0026] 続いて、前記第1次冷間鍛造成形体に対して輪郭絞り成形を行い、輪郭形状に沿って流動した余剰肉が外径面にバリとして形成された第2次冷間鍛造成形体を得る。
- [0027] 次に、前記第2次冷間鍛造成形体に対して内径面及び外径面の同時打ち抜き成

形を行い、前記外径面に形成されたバリを除去すると共に、シャフト挿入孔よりも小径な逃がし孔が内径に形成された第3次冷間鍛造成形体を得る。

- [0028] さらに、前記第3次冷間鍛造成形体を押圧する押圧成形を行い、所定の肉厚寸法に形成されると共に、余剰肉が内径面にバリとして形成された第4次冷間鍛造成形体を得る。
- [0029] さらにまた、前記第4次冷間鍛造成形体に対して内径面打ち抜き成形を行い、前記内径面に形成されたバリを除去すると共に、シャフト挿入孔に対応する孔部が形成された第5次冷間鍛造成形体を得る。
- [0030] 最後に、前記第5次冷間鍛造成形体に対して内径面及び外径面の同時しごき成形を行うことにより、例えば、カム(プロフィール)面に対して切削研磨加工等の仕上げ加工を施すことがなく、寸法精度及び所定の面粗度が確保された最終製品が得られる。
- [0031] なお、前記鍛造用素材に対して輪郭予備据え込み成形を行った際、第1次冷間鍛造成形体の周縁部に面取り部を形成し、輪郭絞り成形によって外径面に形成されるバリに近接する一方の面の周縁部に形成される第1面取り部の面積を、前記一方の面と反対側の他方の面の周縁部に形成される第2面取り部の面積よりも大きく設定することにより、前記輪郭絞り成形が円滑になれる。
- [0032] 本発明に係るカムシャフト用のシャフトの製造方法は、円柱状の素材の外周面に粉末状潤滑剤を塗布する第1の工程と、前記素材の一方の端部を軸方向に押圧し、前記素材を複数の異なる径に絞り形成する第2の工程と、前記端部を軸方向に押圧するとともに、他方の端部を固定し、前記素材の一部分を外径方向に膨出させて環状膨出部を形成する第3の工程と、前記環状膨出部を軸方向に押圧してかさ部を形成するとともに、前記素材を複数の異なる径に絞り形成する第4の工程とを有し、前記第2工程、前記第3工程及び前記第4工程は、冷間鍛造により行われることを特徴とする。
- [0033] このように、素材に粉末状潤滑剤を塗布した後に冷間鍛造を行うことにより、圧入されたカムが周方向に滑りにくいカムシャフト用のシャフトを少ない工程数で製造することができる。

## 図面の簡単な説明

- [0034] [図1]図1は、本実施の形態に係るカムシャフト用のカムの製造方法によって製造されるカムシャフトが用いられるエンジンの概略構成図である。
- [図2]図2は、図1に示すカムシャフトの斜視図である。
- [図3]図3は、本実施の形態に係るカムシャフト用のカムの製造工程を示すフローチャートである。
- [図4]図4は、所定長に切断されたビレットの平面図である。
- [図5]図5は、前記ビレットの縦断面図である。
- [図6]図6は、前記ビレットの斜視図である。
- [図7]図7は、第1冷間鍛造用金型によって前記ビレットに輪郭予備据え込み成形が施された第1次冷間鍛造成形体の平面図である。
- [図8]図8は、前記第1次冷間鍛造成形体の縦断面図である。
- [図9]図9は、前記第1次冷間鍛造成形体の斜視図である。
- [図10]図10は、前記第1冷間鍛造用金型の概略縦断面構造図である。
- [図11]図11は、図8に示す第1次冷間鍛造成形体の部分拡大縦断面図である。
- [図12]図12は、第2冷間鍛造用金型によって前記第1次冷間鍛造成形体に輪郭絞り成形が施された第2次冷間鍛造成形体の平面図である。
- [図13]図13は、前記第2次冷間鍛造成形体の縦断面図である。
- [図14]図14は、前記第2次冷間鍛造成形体の斜視図である。
- [図15]図15は、前記第2冷間鍛造用金型の概略縦断面構造図である。
- [図16]図16は、第3冷間鍛造用金型によって前記第2次冷間鍛造成形体に内径面及び外径面の同時打ち抜き成形が施された第3次冷間鍛造成形体の平面図である。
- [図17]図17は、前記第3次冷間鍛造成形体の縦断面図である。
- [図18]図18は、前記第3次冷間鍛造成形体の斜視図である。
- [図19]図19は、前記第3冷間鍛造用金型の概略縦断面構造図である。
- [図20]図20は、第4冷間鍛造用金型によって前記第3次冷間鍛造成形体にその余剰分をバリとして形成する押圧成形が施された第4次冷間鍛造成形体の平面図である。

る。

[図21]図21は、前記第4次冷間鍛造成形体の縦断面図である。

[図22]図22は、前記第4次冷間鍛造成形体の斜視図である。

[図23]図23は、前記第4冷間鍛造用金型の概略縦断面構造図である。

[図24]図24は、第5冷間鍛造用金型によって前記第4次冷間鍛造成形体の内径面のバリを打ち抜く内径面打ち抜き成形が施された第5次冷間鍛造成形体の平面図である。

[図25]図25は、前記第5次冷間鍛造成形体の縦断面図である。

[図26]図26は、前記第5次冷間鍛造成形体の斜視図である。

[図27]図27は、前記第5冷間鍛造用金型の概略縦断面構造図である。

[図28]図28は、第6冷間鍛造用金型によって前記第5次冷間鍛造成形体の内径面及び外径面の同時しごき成形が施された最終製品の平面図である。

[図29]図29は、前記最終製品の縦断面図である。

[図30]図30は、前記最終製品の斜視図である。

[図31]図31は、前記第6冷間鍛造用金型の概略縦断面構造図である。

[図32]図32は、シャフトの側面図である。

[図33]図33は、シャフトに面取り部を形成するためのカット治具の分解斜視図である。

[図34]図34は、カムシャフトを製作する工程を示すフローチャートである。

[図35]図35は、素材に潤滑材を塗布しながら引き抜き加工を行う様子を示す図である。

[図36]図36は、素材から切り出したワークに絞り加工を行う様子を示す図である。

[図37]図37は、ワークにかさ形成加工を行う様子を示す図である。

[図38]図38は、ワークに仕上げ加工を行う様子を示す図である。

[図39]図39は、ダイスの段差部における側面拡大断面図である。

## 発明を実施するための最良の形態

[0035] 本発明に係るカムシャフト、該カムシャフト用のカムの製造方法及びカムシャフト用のシャフトの製造方法について好適な実施の形態を挙げ、添付の図面を参照しなが

ら以下詳細に説明する。

- [0036] 図1は、本実施の形態に係るカムシャフト用のカムの製造方法により製造される組立式のカムシャフト10が用いられるエンジン12の概略構成図を示す。このカムシャフト10は、例えば、単気筒のエンジン12に用いられるものであって、クランクシャフト14の回転に同期してプッシュロッド16を押し上げることによりロッカーアーム18を操作してバルブ20を開閉させることができる。
- [0037] バルブ20は給気用と排気用の2つが設けられており、それぞれ個別のロッカーアーム18及びプッシュロッド16が設けられている。カムシャフト10には、2つのプッシュロッド16をそれぞれ個別に押し上げるために、位相の異なる2つのカム22及びカム24が設けられている。
- [0038] 図2に示すように、カムシャフト10は、冷間鍛造により成形されたシャフト26と、該シャフト26に圧入されたカム22及びカム24と、前記クランクシャフト14の駆動ギヤ14a(図1参照)に噛合してシャフト26を回転させる合成樹脂製(例えば、ナイロン等)のギヤ28とを有する。ギヤ28の軸心部には金属ブッシュ28a(例えば、JIS G4051におけるS35C(炭素含有量0.32~0.38重量%の機械構造用炭素鋼材)等の炭素鋼)が設けられており、該金属ブッシュ28aがシャフト26に圧入されている。
- [0039] ギヤ28は合成樹脂をインジェクション成型することにより形成され、その際、金属ブッシュ28aを予めインサートしておくとよい。ギヤ28には金属ブッシュ28aが設けられることにより、シャフト26を確実に圧入・締結することができる。ギヤ28には、例えば、合成樹脂を用いることにより、インジェクション成型等の生産効率の高い生産方法を用いることができ、しかも金属のギヤに比べて軽量にすることができる。
- [0040] なお、ギヤ28は、エンジン12の仕様等に応じて金属を用いたプレス加工品、機械加工品又は焼結成形品等であってもよい。
- [0041] 前記カム22(24)には、プッシュロッド16の下端面に接触して該プッシュロッド16を上方に向かって押圧するカム(プロフィール)面30と、シャフト26が挿入される貫通したシャフト挿入孔32とが設けられる(図2参照)。
- [0042] 次に、前記カム22(24)の製造工程について、図3に示すフローチャートに沿って説明する。

- [0043] 先ず、ステップS1では、図示しない棒状材料を所定長に切断することにより、鍛造用素材として円柱状のビレット34を得る(図4ー図6参照)。このビレット34は、最終製品であるカム22(24)の体積に対応するものではなく、最終製品であるカム22(24)の体積とバリとして除去される体積とが加算された体積からなる。なお、前記ビレット34は、図示しないコイル材を剪断して得てもよい。
- [0044] ステップS2では、前記ステップS1で得られたビレット34を図10に示される第1冷間鍛造用金型36のキャビティ38に装填し、パンチ40によって前記ビレット34を加圧することにより、輪郭予備据え込み成形を行う。
- [0045] この輪郭予備据え込み成形では、パンチ40を介してビレット34を上方から押圧することにより、最終製品の厚さ寸法よりも厚く、外周の輪郭寸法(幅寸法)が大きく設定された荒形状からなる第1次冷間鍛造成形体42が形成される(図7ー図9参照)。
- [0046] この第1次冷間鍛造成形体42は、前記パンチ40によって塑性変形された部分がカム面を形成する先端部44の方向に対して十分に流動していないため、前記先端部44は他の部位と比較して薄くなっている(図9参照)。
- [0047] また、第1次冷間鍛造成形体42では、上面(一方の面)の周縁部に環状傾斜面からなる第1面取り部46aが形成され、反対側の下面(他方の面)の周縁部に環状傾斜面からなる第2面取り部46bが形成される。この場合、上面に形成された第1面取り部46aの面積は、下面に形成された第2面取り部46bの面積よりも大きくなるように設定される(図11参照)。この場合、パンチ側を上方向とし、ダイス側を下方向としている。
- [0048] 第1次冷間鍛造成形体42の上下面にそれぞれ第1及び第2面取り部46a、46bを形成することにより、後述するステップS4において、外径面のバリ56を切断する際にその切断面に対してバリが発生することを阻止することができる。従って、ステップS4の後工程で特別にバリを除去する作業を設けることがなく、作業工程を簡素化することができる。
- [0049] 次に、ステップS3では、前記ステップS2で得られた第1次冷間鍛造成形体42を図15に示される第2冷間鍛造用金型48のキャビティ50に装填し、パンチ52によって前記第1次冷間鍛造成形体42を加圧することにより、輪郭絞り成形を行う。
- [0050] なお、第2冷間鍛造用金型48の下型48aによって形成されるキャビティ50の幅方

向寸法Aを、第1冷間鍛造用金型36の下型36aによって形成されるキャビティ38の幅方向寸法Bと比較して小さく設定することにより、輪郭絞り成形を円滑に遂行することができる(図10と図15とを比較参照)。

- [0051] この輪郭絞り成形では、パンチ52を介して第1次冷間鍛造成形体42を上方から押圧することにより、最終製品の形状に対応する外周面の輪郭形状に沿って塑性変形した肉が流動し、前記輪郭予備据え込み工程で不十分であった先端部44aに塑性肉が十分に充填された第2次冷間鍛造成形体54が形成される(図12～図14参照)。
- [0052] なお、前記第2次冷間鍛造成形体54の上面部近傍の外周面には、外周面の輪郭形状に沿って流動した余分な肉の体積分が環状のバリ56として形成される(図13参照)。また、前記輪郭絞り成形は、前工程で形成された第1及び第2面取り部46a、46bに何ら影響を与えることがなく、外周面の輪郭に沿ってなされる。
- [0053] ステップS4では、前記ステップS3で得られた第2次冷間鍛造成形体54を図19に示される第3冷間鍛造用金型58に装填し、ダイス60の孔部62内に挿入される中空のパンチ64によって前記第2次冷間鍛造成形体54を上方から押圧することにより、外周面から突出するバリ56を打ち抜くと共に、シャフト26の挿入位置に、次工程以降での流動肉の余剰分を流動させるために、最終製品のシャフト挿入孔32の内径よりも小径な逃がし孔66を下型58aに固定された固定パンチ68によって打ち抜いた内径面及び外径面の同時打ち抜き成形を行う。
- [0054] この内径面及び外径面の同時打ち抜き成形では、外周面から突出するバリ56を打ち抜く際、前記外周面がしごかれてバリが発生することなく面精度が向上した破断面を有し、しかも、内径面にシャフト挿入孔32よりも小径な逃がし孔66が穿孔された第3次冷間鍛造成形体70が形成される(図16～図18参照)。
- [0055] 前記逃がし孔66は、次工程以降において、外周面を拘束した状態で内径側にのみ流動肉の余剰分を流動させるために形成されるものである。
- [0056] ステップ5では、前記ステップS4で得られた第3次冷間鍛造成形体70を図23に示される第4冷間鍛造用金型72のキャビティに装填し、前記第3次冷間鍛造成形体70の外周面が金型面によって拘束された状態で、下型72a側に向かって所定長だけ突

出する環状段付き部74を有するパンチ76によって前記第3次冷間鍛造成形体70を押圧することにより、所定の肉厚に形成すると共に、余剰分の流動肉を内径面にバリ78として形成する押圧成形を行う。

- [0057] 前記押圧成形では、次工程で内径面の打ち抜き成形をするための予備成形として上面及び下面に近接する逃がし孔66の部位にそれぞれガイド孔80を有し、しかも、最終製品と略同一の厚さ寸法に設定された第4次冷間鍛造成形体82が形成される(図20ー図22参照)。
- [0058] なお、前記一組のガイド孔80の間には、厚さ方向に沿って貫通する貫通孔84が形成され、次工程で内径面のバリ78を除去する際、素材が流動しやすいうように形成されている。
- [0059] ステップS6では、前記ステップS5で得られた第4次冷間鍛造成形体82を図27に示される第5冷間鍛造用金型86のキャビティに装填し、前記第4次冷間鍛造成形体82の外径面を拘束した状態で、該第4次冷間鍛造成形体82の上面を中空状のパンチ88によって押圧することにより、該第4次冷間鍛造成形体82の内径面に形成されたバリ78を、下型86aに固定された固定パンチ90で打ち抜く内径面打ち抜き成形を行う。
- [0060] この内径面打ち抜き成形では、第4次冷間鍛造成形体82の内径面に形成されたバリ78を打ち抜くことにより、所定の内径からなるシャフト挿入孔32を有する第5次冷間鍛造成形体92が形成される(図24ー図26参照)。
- [0061] ステップS7では、前記ステップS6で得られた第5次冷間鍛造成形体92を図31に示される第6冷間鍛造用金型94のキャビティに装填し、前記第5次冷間鍛造成形体92の外径面を金型面で拘束した状態で、下型94aに固定された固定パンチ96がシャフト挿入孔32に沿って進入されるように、該第5次冷間鍛造成形体92の上面を中空状のパンチ98によって押圧する、内径面及び外径面のしごき成形を同時に行う。
- [0062] 内径面及び外径面の同時しごき成形を行うことにより、前記内径面及び外径面に所定の面粗度が確保されたカム22, 24としての最終製品(図28ー図30参照)を得ることができる(ステップS8)。なお、前記ステップS2からステップS8までの工程をヘッダーあるいは鍛造プレスによって連続結成形してもよい。

- [0063] なお、カム22とカム24はシャフト26における圧入箇所の径に応じてシャフト挿入孔32の径を相違させるようにするとよい。この場合、各径に応じた固定パンチ96を用いればよい。
- [0064] 本実施の形態では、第1ー第6冷間鍛造用金型36、48、58、72、86、94を用い、輪郭予備据え込み成形、輪郭絞り成形、内径面及び外径面の同時打ち抜き成形、余剰分を内径面にバリ78として形成する押圧成形、内径面のバリ78を打ち抜く内径面打ち抜き成形、内径面及び外径面の同時しごき成形からなる複数の冷間鍛造成形工程を連続して遂行することにより、カム(プロフィール)面の最終の仕上げ加工(機械加工)を不要とし、高い寸法精度を有する最終製品を得ることができる。
- [0065] 従って、本実施の形態では、最終製品の外周面に破断面や型だれ等が発生するところなく、カム面として所定の面粗度が確保されると共に、シャフトが圧入されるシャフト挿入孔として所定の嵌合寸法が確保された最終製品を得ることができる。
- [0066] さらに、本実施の形態では、最終製品よりも大なる体積を有するビレット34を用い、輪郭絞り成形によって外径面に余剰分のバリ56を形成し、押圧成形によって内径面に余剰分のバリ78を形成し、前記外径面のバリ56及び内径面のバリ78をそれぞれ打ち抜き成形によって除去している。
- [0067] この場合、最終製品に対応する体積を有するビレットを用いて複数の鍛造成形によって鍛造成形品を成形した場合と比較して、本実施の形態では、輪郭絞り成形において肉の流動方向が外径面側となる单一の方向からなり、また、押圧成形において外径面が拘束されているために肉の流動方向が内径面側となる单一の方向からなり、その剩余分をバリ56、78として除去しているために、例えば、切削研磨加工等によって最終の仕上げ加工が不要となり、高精度な面粗度と寸法精度を有する最終製品を得ることができる。
- [0068] 次に、シャフト26の形状について、図32を参照しながら説明する。
- [0069] 図32に示すように、シャフト26において、ギヤ28が設けられる側の端部である第1径部26aは最も小径に設定されている。第1径部26aから見て他端部26e側(以下、矢印C側という)に隣接する第2径部26bは第1径部26aよりやや大きい径に設定されており、ギヤ28は、圧入時に第2径部26bとの微小段差部27aによって位置決めされ

る。また、第2径部26bからみて矢印C側に隣接する第3径部26cは第2径部26bよりもやや大きい径に設定されており、カム22は、圧入時に第3径部26cとの微小段差部27bによって位置決めされる。

[0070] さらに、第3径部26cからみて矢印C側に隣接する第4径部26dは第3径部26cよりもやや大きい径に設定されている。第4径部26dには軸に平行な2つの面取り部(カット面)130が設けられており、該面取り部130によって、シャフト26がコンロッド33(図1参照)の端部と干渉することが防止され、カムシャフト10とコンロッド33とを近い位置に配置可能である。

[0071] また、第4径部26dと他端部26eとの間には、カムシャフト10をエンジン12に組み立てる際の位置決め用のかき部(つば部ともいう)26fが設けられており、カム24は、圧入時にかさ部26fによって位置決めされる。なお、図32においては、理解を容易にするため、第1径部26a—第4径部26dの径に差があることを誇張して図示しているが、これらの径の差を微小に設定して目視上では略同一径と認識されるものであってよい。

[0072] 次に、シャフト26に面取り部130を形成するためのカット治具100について図33を参照しながら説明する。

[0073] カット治具100は、シャフト26の第1径部26a—第4径部26dまでが挿入される孔102aを有するワークホルダ102と、面取り部130を形成するためのカッタ104と、ワークホルダ102がスライド挿入されるホルダガイド106と、シャフト26の他端部26eを保持してワークホルダ102をホルダガイド106へ押し込む可動型108と、面取り部130が形成された後にワークホルダ102をホルダガイド106から押し出すガススプリング110a(又はばね等の強制復帰を可能にする機構)を備えるバックプレート110とを有し、可動型108、ワークホルダ102、ホルダガイド106及びバックプレート110の順に並んで構成される。

[0074] ワークホルダ102の孔102aのうちシャフト26の第4径部26dが挿入される部分はカッタ104が挿入される孔102bと連通している。孔102bは、カッタ104がセットされるように略長方形となっており、孔102aと直角に連通している。

[0075] カッタ104はシャフト26から面取り部130の部分を削ぎ落とすための平行な2つの

刃104aと、ホルダガイド106の方向(以下、矢印D方向という)に向かうに従って軸心方向に接近するように傾斜する傾斜面104bとを有する。また、ホルダガイド106は、傾斜面104bが当接するガイド面106bを有し、該ガイド面106bは、矢印D方向に向かうに従って軸心方向に接近するように傾斜している。

- [0076] 次に、シャフト26を製造する工程及びカムシャフト10を組み立てる工程について図34ー図39を参照しながら説明する。
- [0077] 先ず、図34のステップS11において、丸棒状(円柱状)の炭素鋼である素材にシュウ酸を用いてエッチングを行い、又はリン酸塩被膜に石灰を塗布することにより素材の表面をポーラス状にする。この場合、シュウ酸を用いる処理の方がリン酸塩被膜を用いる処理よりも素材の表面をポーラス状にしやすく好適である。
- [0078] この素材としての炭素鋼は、例えば、前記S35Cを用いることができる。また、液体窒化を行う場合にはより低炭素の炭素鋼を用いることもできる。
- [0079] 次に、ステップS12において、ダイス200(図35参照)を用いて素材が所定の外径となるように引き抜き加工を行う。この際、ダイス200よりも手前側において素材に対して潤滑剤202を塗布(又は噴出等)して潤滑を行う。素材は、前記ステップS11において表面がポーラス状に形成されていることから潤滑剤202が封じ込められて表面の潤滑性が向上し、素材をスムーズに引き出すことができる。また、ダイス200の焼き付きを防止し、高寿命化を図ることができる。
- [0080] 潤滑剤202としては、石灰又はほう砂等の粉末状潤滑剤を水等に溶かしたもの又はペースト状にしたもの用いる。後述するように、粉末状潤滑剤を用いることによりカム22及び24がシャフト26の周方向に滑りにくくなりエンジン12に組み込んだ場合にクランクシャフト14の回転と同期が保たれる。
- [0081] このステップS12の処理においては、素材に潤滑剤202を封じ込めることを主目的として、引き抜きによるリダクションは小さく設定されていてもよい。
- [0082] ステップS13において、素材をシャーリング等の切断加工することによって所定の長さに切り出し、シャフト26を形成するためのワーク204を取り出す。
- [0083] 次に、ステップS14において、ワーク204に対してダイス206及びパンチ208を用いて、冷間鍛造により絞り加工を行う(図36参照)。ダイス206は、上方に開口する第1

孔部210a及び該第1孔部210aよりやや小径の第2孔部210bからなる孔210を有する。第1孔部210aは、ワーク204に対して前記他端部26e及び前記かさ部26fとなる部分を絞り、第2孔部210bは、ワーク204に対して前記第1径部26a—第4径部26dとなる部分を絞る。

- [0084] ワーク204はパンチ208により上部から軸方向に押圧されて孔210に挿入され、第1孔部210a及び第2孔部210bによって絞られて所定の径に形成される。
- [0085] 絞り加工が行われた後、パンチ208を上方へ引き戻すとともに、孔210の下方に設けられたノックアウトピン212を上昇させてワーク204を取り出す。
- [0086] なお、このステップS14及びこれ以降のステップS15及びS16において、ワーク204は第1径部26aとなる側を下向きとしてダイス206、214、230に挿入され、他端部26eとなる側が上向きとなるように設定されるものとする。
- [0087] 次に、ステップS15において、前記ダイス206の第1孔部210aよりもやや小径の孔214a(図37参照)が設けられたダイス214と、孔214aと略同径で有底の穴216aが設けられたパンチ216とを用い、冷間鍛造によりワーク204に対してかさ形成加工を行う。
- [0088] 具体的には、図37に示すように、ワーク204を孔214aに挿入した後に、パンチ216の穴216aをワーク204の上部に合わせ、パンチ216を軸方向に向けて押圧し、ワーク204の上面が穴216aの底部に当接するまで下降させる。これにより、ワーク204の上部は穴216aによって絞り込まれるとともに、一部が塑性流動によって外径方向に向けて膨出し、パンチ216の下面とダイス214の上面との間に環状の膨出部218が形成される。該膨出部218はかさ部26fの基礎となる。
- [0089] また、穴216aの底部には中心点を通る1本の筋状の突起217が設けられており、この突起がワーク204の上面に押圧されることにより、ワーク204にセンター溝221が形成され、ワーク204の廻り止めとして作用する。
- [0090] ワーク204の下面是ノックアウトピン222の上面に接するように設定されており、該ノックアウトピン222の上面における中心部には山形の突起224が設けられている。該突起224がワーク204の下面に予め設けられた中心穴に挿入されることにより、ワーク204の振止めとして作用する。ノックアウトピン222はボルスタ226によって支持され

ているため、ワーク204の下面を確実に押圧することができ、ワーク204の振れを防止するとともに確実に膨出部218を形成させることができる。

- [0091] また、パンチ216の突起217によってワーク204の上面に形成される溝により、ワーク204の振れ精度を検査することができ、また検査結果に応じて振れの矯正処理を行うことができる。
- [0092] かさ形成加工が行われた後、パンチ216を上方へ引き戻すとともに、ノックアウトピン222を上昇させてワーク204を取り出す。
- [0093] 次に、ステップS16において、ダイス230とパンチ232とを用いて、ワーク204に対して、冷間鍛造により仕上げ加工を行う(図38参照)。
- [0094] ダイス230に設けられた孔234は、下方から上方に向かって順に第1径部234a、第2径部234b、第3径部234c及び第4径部234dとを有し、各部がワーク204を絞つて、それぞれ第1径部26a、第2径部26b、第3径部26c及び第4径部26dを形成する。これにより、シャフト26の基本形状が形成される。
- [0095] また、図39に示すように、ダイス230における第1径部234aと第2径部234bとの間の段差部は、拡大してみると下方に向けて縮径するテーパ状に形成されており、ワーク204がスムーズに絞られる。第2径部234b～第4径部234dまでの各段差部も同様にテーパ状に形成されている。
- [0096] パンチ232には、有底の穴232aが設けられており、該穴232aの底部によりワーク204の上面を押圧しながらワーク204をダイス230の孔230aに挿入して絞り、仕上げ加工を行う。このとき、パンチ232の下面とダイス230の上面によって前記膨出部218が挟まれ、軸方向に押圧されることにより外方に向け塑性流動し、扁平な形状となつてかさ部26fを形成する。
- [0097] このステップS16の仕上げ加工を行った後、パンチ232を上方へ引き戻すとともに、孔230aの下方に設けられたノックアウトピン235を上昇させてワーク204から形成されたシャフト26を取り出す。
- [0098] このようにして、シャフト26は冷間鍛造の工程によって形成されるが、元となるワーク204には、ステップS12において潤滑剤202が塗布されていることから冷間鍛造がスムーズに行われ、割れや傷が発生しにくい。また、潤滑剤202の作用により、ダイス2

00、206、214、230及びパンチ208、216、232の焼き付きを防止することができる。さらに、冷間鍛造を用いる場合には加熱のための工程と加熱設備が不要である。

- [0099] さらにまた、潤滑剤202は、ワーク204の表面に形成されたポーラスによって封じ込められていることから、ステップS12以降のステップS13～S16においても有効に潤滑作用を奏するが、必要に応じ、各工程においてワーク204及び金型に加工油(ヘッダーオイル等)をかけることにより補助的な潤滑及び冷却を行ってもよい。
- [0100] 次に、ステップS17において、カット治具100(図33参照)を用いて、シャフト26の第4径部26dに2面の面取り部(カット面)130を形成する。
- [0101] 具体的には、先ず、シャフト26の第1径部26a～第4径部26dをカット治具100の孔102aに挿入する。
- [0102] 次に、カッタ104をワークホルダ102の孔102bにセットする。このとき、2つの刃104aは第4径部26dの部分でシャフト26と平行な向きで当接する。
- [0103] 次いで、可動型108によってシャフト26の他端部26eを保持しながら、ワークホルダ102及びカッタ104をホルダガイド106の孔に押圧・挿入する。可動型108の駆動力は、ガススプリング110aよりも十分に大きい力であり、ワークホルダ102及びカッタ104は矢印D方向に進行する。
- [0104] このとき、ワークホルダ102が矢印D方向に進むに従ってカッタ104の傾斜面104bはガイド面106aによってガイドされ、孔102bに沿って矢印Dに対して直角な方向に変位する。ワークホルダ102及びカッタ104が矢印D方向に十分変位することにより、刃104aが第4径部26dの両側面を削ぎ落とし、面取り部130が形成される。
- [0105] この後、可動型108を引き戻すことによりワークホルダ102はガススプリング110aによって押し戻されるので、カッタ104を取り外した後にシャフト26を孔102aから引き抜けばよい。
- [0106] このように、カット治具100によれば、シャフト26及びカッタ104をワークホルダ102にセットした状態で、該ワークホルダ102を矢印D方向へ移動させると簡便な操作によって面取り部130を形成することができる。
- [0107] また、面取り部130は、カッタ104の刃104aによって削ぎ落とされることから、シャフト26が膨出等の塑性変形を起こさない。従って、ステップS17までの工程で形成され

たシャフト26の寸法精度を維持することができる。

- [0108] 削ぎ落とされた部分は金型内に設けられた所定の経路に沿って落下して排出される。
- [0109] 次に、ステップS18において、カム22及びカム24を順にシャフト26に圧入する。
- [0110] カム22は、第4径部26dの部分まで圧入されてかさ部26fによって位置決めされる。カム24は、第2径部26bの部分まで圧入されて第3径部26cとの段差によって位置決めされる。
- [0111] 次に、ステップS19において、ギヤ28をシャフト26に圧入する。ギヤ28の金属ブッシュ28aは、第1径部26aに圧入されて第2径部26bとの段差によって位置決めされる。なお、ステップS18及びS19において、カム22、24及びギヤ28はシャフト26の軸に対して位相が適正な角度となるように設定して圧入することはもちろんである。この場合、シャフト26の面取り部130を位相の基準面として利用してもよい。
- [0112] ところで、シャフト26にはステップS12において塗布される潤滑剤202の潤滑作用によってカム22、24及びギヤ28が滑ってしまうと、カムシャフト10とクランクシャフト14との同期が保たれなくなる。このような観点から本願発明者はシャフト26に対して種々の潤滑剤を塗布し、その結果得られるカムシャフト10のカム22、24及びギヤ28がどの程度のトルクで周方向にスリップを生じるか試験を行った。
- [0113] 試験の結果によれば、例えば、潤滑剤として一般的なりん酸被膜に金属石鹼を塗布するボンデ処理を用いる場合には、周方向に対する十分なスリップトルクが得られずにカム22、24及びギヤ28に滑りを生じた。一方、石灰又はほう砂等の粉末状潤滑剤を水等に溶かした潤滑剤202を用いた場合には、周方向に対する十分なスリップトルクが得られ、カムシャフト10をエンジン12(図1参照)に組み込んで使用する際に必要とされるスリップトルクの基準値を満たすことが確認された。
- [0114] つまり、粉末状潤滑剤は、当初素材の表面に物理的に付着しているのみであって、冷間鍛造成形時に素材の表面から脱落し、その後の圧入による締め付け力が大きくなり滑りにくくなっている。一方、ステアリン酸系(つまりボンデライト処理後)の金属石鹼等の化学結合された潤滑剤の場合、冷間鍛造時において脱落せずに残存するため、圧入箇所が滑りやすくなっている。

- [0115] また、リン酸被膜は、後の金属石鹼と結合しやすくなるための表面処理であることから、当初のエッチングの処理はシウ酸を用いると好適である。
- [0116] さらに、実験によれば、潤滑剤202の摩擦係数はボンデ処理と同等の0.03～0.07程度とすると、冷間鍛造の工程においてワーク204に対する十分な潤滑作用を奏し、好適であった。
- [0117] 上述したように、カムシャフト10におけるカム22、24及びギヤ28はステップS18及びS19の圧入の工程により組み立てられ、別途カムを固定する必要がなく生産性が高い。また、シャフト26、カム22、24及びギヤ28には廻り止め機構(キー、ねじ、塑性加工による固定、ろう付け等)及び該廻り止め機構を形成するための工程が不要である。廻り止め機構がないことにより、シャフト26及びカム22、24は簡便な形状である。
- [0118] さらに、シャフト26は、基本的には冷間鍛造によって形成され、切削等の機械加工が不要であって生産性が高い。この際、シャフト26を形成する素材には潤滑剤202が塗布されていることから、冷間鍛造の処理がスムーズに行われる。
- [0119] さらにまた、潤滑剤202には粉末状潤滑剤を水等に溶かしたもの用いており、圧入されたカム22、24及びギヤ28に対して十分なスリップトルクが得られる。従って、カムシャフト10はクランクシャフト14に対して同期を維持する。
- [0120] また、シャフト26を形成する工程は1台の加工機械によって連続的に実行されるようにもよい。例えば、ステップS13において素材から所定長さのワーク204が切り出された後、ステップS14～ステップS17までの工程を1台の加工機械(カット治具100を含む)によって、ワーク204を順送りしながら加工するようにしてもよい。
- [0121] なお、上記のカムシャフト10は、単気筒のエンジン12に用いられるものとして説明したが、2気筒以上のエンジンに用いる場合には、カムを気筒数に合わせて増やせばよい。

## 請求の範囲

- [1] 表面に粉末状潤滑剤(220)を施した状態で冷間鍛造により形成されたシャフト(26)と、  
前記シャフト(26)に設けられるカム(22, 24)と、  
を有し、  
前記カム(22, 24)は前記シャフト(26)に圧入されていることを特徴とするカムシャフト。
- [2] 請求項1記載のカムシャフト(10)において、  
前記粉末状潤滑剤(220)は、石灰又はほう砂であることを特徴とするカムシャフト。
- [3] 請求項1記載のカムシャフト(10)において、  
前記シャフト(26)の側方には、剪断成形によって形成されたカット面(130)が設けられていることを特徴とするカムシャフト。
- [4] 請求項1記載のカムシャフト(10)において、  
前記カム(22, 24)のシャフト挿入孔(32)は打ち抜き成形により形成されていることを特徴とするカムシャフト。
- [5] 請求項1記載のカムシャフト(10)において、  
軸心部にギヤ(28)を有し、  
前記ギヤ(28)が前記シャフト(26)に圧入されていることを特徴とするカムシャフト。
- [6] 請求項5記載のカムシャフト(10)において、  
前記ギヤ(28)は、軸心部に金属ブッシュ(28a)を備える合成樹脂製であり、前記金属ブッシュ(28a)が前記シャフト(26)に圧入されていることを特徴とするカムシャフト。
- [7] 請求項1記載のカムシャフト(10)において、  
前記シャフト(26)は、径の異なる段差部を有し、  
前記カム(22, 24)は、前記段差部に当接して位置決めされていることを特徴とするカムシャフト。
- [8] エンジンを構成するカムシャフト(10)用のカム(22, 24)の製造方法において、  
最終製品よりも所定量だけ大きな体積を有する鍛造用素材に対して輪郭予備据え

込み成形を行い、荒形状からなる第1次冷間鍛造成形体(42)を得る工程と、

前記第1次冷間鍛造成形体(42)に対して輪郭絞り成形を行い、輪郭形状に沿つて流動した余剩肉が外径面にバリ(56)として形成された第2次冷間鍛造成形体(54)を得る工程と、

前記第2次冷間鍛造成形体(54)に対して内径面及び外径面の同時打ち抜き成形を行い、前記外径面に形成されたバリ(56)を除去すると共に、シャフト挿入孔(32)よりも小径な逃がし孔(66)が内径に形成された第3次冷間鍛造成形体(70)を得る工程と、

前記第3次冷間鍛造成形体(70)を押圧する押圧成形を行い、所定の肉厚寸法に形成されると共に、余剩肉が内径面にバリ(78)として形成された第4次冷間鍛造成形体(82)を得る工程と、

前記第4次冷間鍛造成形体(82)に対して内径面打ち抜き成形を行い、前記内径面に形成されたバリ(78)を除去すると共に、シャフト挿入孔(32)に対応する孔部が形成された第5次冷間鍛造成形体(92)を得る工程と、

前記第5次冷間鍛造成形体(92)に対して内径面及び外径面の同時しごき成形を行い、最終製品を得る工程と、

を有することを特徴とするカムの製造方法。

[9] 請求項8記載の製造方法において、

鍛造用素材に対して輪郭予備据え込み成形を行った際、第1次冷間鍛造成形体(42)の周縁部には、面取り部(46a, 46b)が形成されることを特徴とするカムの製造方法。

[10] 請求項9記載の製造方法において、

輪郭絞り成形によって外径面に形成されるバリ(56)に近接する一方の面の周縁部に形成される第1面取り部(46a)の面積は、前記一方の面と反対側の他方の面の周縁部に形成される第2面取り部(46b)の面積よりも大きく設定されることを特徴とするカムの製造方法。

[11] エンジンを構成するカムシャフト(10)用のシャフト(26)の製造方法において、

円柱状の素材の外周面に粉末状潤滑剤(220)を塗布する第1の工程と、

前記素材の一方の端部を軸方向に押圧し、前記素材を複数の異なる径に絞り形成する第2の工程と、

前記端部を軸方向に押圧するとともに、他方の端部を固定し、前記素材の一部分を外径方向に膨出させて環状膨出部を形成する第3の工程と、

前記環状膨出部を軸方向に押圧してかさ部(26f)を形成するとともに、前記素材を複数の異なる径に絞り形成する第4の工程と、

を有し、

前記第2工程、前記第3工程及び前記第4工程は、冷間鍛造により行われることを特徴とするシャフトの製造方法。

[12] 請求項11記載のシャフト(26)の製造方法において、

前記粉末状潤滑剤(220)は、石灰又はほう砂であることを特徴とするシャフトの製造方法。

[13] 請求項11記載のシャフト(26)の製造方法において、

剪断成形によって、側方にカット面(130)を形成する第5の工程を有することを特徴とするシャフトの製造方法。

## 補正書の請求の範囲

[2005年4月08日(08.04.05)国際事務局受理：出願当初の請求の範囲  
8は補正された。他の請求の範囲は変更なし。(3頁)]

- [1] 表面に粉末状潤滑剤(220)を施した状態で冷間鍛造により形成されたシャフト(26)と、  
前記シャフト(26)に設けられるカム(22, 24)と、  
を有し、  
前記カム(22, 24)は前記シャフト(26)に圧入されていることを特徴とするカムシャフト。
- [2] 請求項1記載のカムシャフト(10)において、  
前記粉末状潤滑剤(220)は、石灰又はほう砂であることを特徴とするカムシャフト。
- [3] 請求項1記載のカムシャフト(10)において、  
前記シャフト(26)の側方には、剪断成形によって形成されたカット面(130)が設けられていることを特徴とするカムシャフト。
- [4] 請求項1記載のカムシャフト(10)において、  
前記カム(22, 24)のシャフト挿入孔(32)は打ち抜き成形により形成されていることを特徴とするカムシャフト。
- [5] 請求項1記載のカムシャフト(10)において、  
軸心部にギヤ(28)を有し、  
前記ギヤ(28)が前記シャフト(26)に圧入されていることを特徴とするカムシャフト。
- [6] 請求項5記載のカムシャフト(10)において、  
前記ギヤ(28)は、軸心部に金属ブッシュ(28a)を備える合成樹脂製であり、前記金属ブッシュ(28a)が前記シャフト(26)に圧入されていることを特徴とするカムシャフト。
- [7] 請求項1記載のカムシャフト(10)において、  
前記シャフト(26)は、径の異なる段差部を有し、  
前記カム(22, 24)は、前記段差部に当接して位置決めされていることを特徴とするカムシャフト。
- [8] (補正後)エンジンを構成するカムシャフト(10)用のカム(22, 24)の製造方法において、

補正された用紙 (条約第19条)

最終製品よりも所定量だけ大きな体積を有する鍛造用素材に対して輪郭予備据え込み成形を行い、最終製品の厚さ寸法よりも厚く、外周の輪郭寸法が大きく設定された荒形状からなる第1次冷間鍛造成形体(42)を得る工程と、

前記第1次冷間鍛造成形体(42)に対して輪郭絞り成形を行い、最終形状に対応する外周面の輪郭形状に沿って流動した余剰肉が外径面にバリ(56)として形成された第2次冷間鍛造成形体(54)を得る工程と、

前記第2次冷間鍛造成形体(54)に対して内径面及び外径面の同時打ち抜き成形を行い、前記外径面に形成されたバリ(56)を除去すると共に、シャフト挿入孔(32)よりも小径な逃がし孔(66)が内径に形成された第3次冷間鍛造成形体(70)を得る工程と、

前記第3次冷間鍛造成形体(70)を押圧する押圧成形を外周面が金型面によって拘束された状態で行い、所定の肉厚寸法に形成されると共に、余剰肉が内径面にバリ(78)として形成された第4次冷間鍛造成形体(82)を得る工程と、

前記第4次冷間鍛造成形体(82)に対して内径面打ち抜き成形を行い、前記内径面に形成されたバリ(78)を除去すると共に、シャフト挿入孔(32)に対応する孔部が形成された第5次冷間鍛造成形体(92)を得る工程と、

前記第5次冷間鍛造成形体(92)に対して内径面及び外径面の同時しごき成形を行い、最終製品を得る工程と、

を有することを特徴とするカムの製造方法。

[9] 請求項8記載の製造方法において、

鍛造用素材に対して輪郭予備据え込み成形を行った際、第1次冷間鍛造成形体(42)の周縁部には、面取り部(46a, 46b)が形成されることを特徴とするカムの製造方法。

[10] 請求項9記載の製造方法において、

輪郭絞り成形によって外径面に形成されるバリ(56)に近接する一方の面の周縁部に形成される第1面取り部(46a)の面積は、前記一方の面と反対側の他方の面の周縁部に形成される第2面取り部(46b)の面積よりも大きく設定されることを特徴とするカムの製造方法。

- [11] エンジンを構成するカムシャフト(10)用のシャフト(26)の製造方法において、円柱状の素材の外周面に粉末状潤滑剤(220)を塗布する第1の工程と、前記素材の一方の端部を軸方向に押圧し、前記素材を複数の異なる径に絞り形成する第2の工程と、前記端部を軸方向に押圧するとともに、他方の端部を固定し、前記素材の一部分を外径方向に膨出させて環状膨出部を形成する第3の工程と、前記環状膨出部を軸方向に押圧してかさ部(26f)を形成するとともに、前記素材を複数の異なる径に絞り形成する第4の工程と、を有し、前記第2工程、前記第3工程及び前記第4工程は、冷間鍛造により行われることを特徴とするシャフトの製造方法。
- [12] 請求項11記載のシャフト(26)の製造方法において、前記粉末状潤滑剤(220)は、石灰又はほう砂であることを特徴とするシャフトの製造方法。
- [13] 請求項11記載のシャフト(26)の製造方法において、剪断成形によって、側方にカット面(130)を形成する第5の工程を有することを特徴とするシャフトの製造方法。

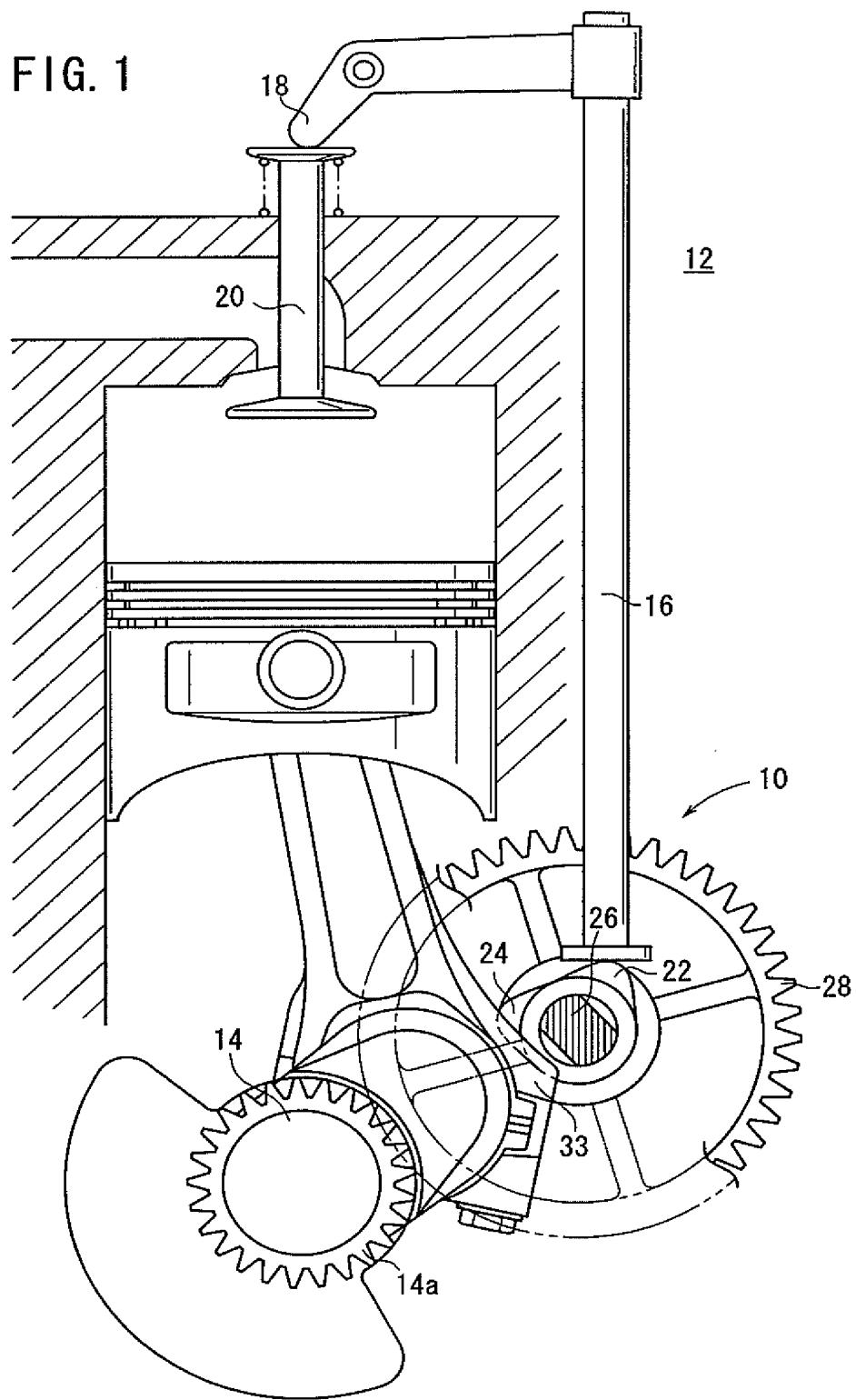
条約第19条（1）の規定に基づく説明書

補正内容は明細書の段落「0045」、「0051」及び「0056」の記載  
5 基づいている。

本発明は、最終製品として寸法精度及び面粗度が確保された最終製品を得ることを目的としており、最終製品の厚さよりも厚く、外周の輪郭寸法が大きく設定された荒形状からなる第1次冷間鍛造成形体を形成し、さらに絞り加工、最終的にしごき成型を行う。一方、引用文献のJP 2003-285138 Aでは、工程が進むにしたがって輪郭が大きくなるように設定しており、据え込み形成により外周輪郭を形成している。  
10

[図1]

FIG. 1



[図2]

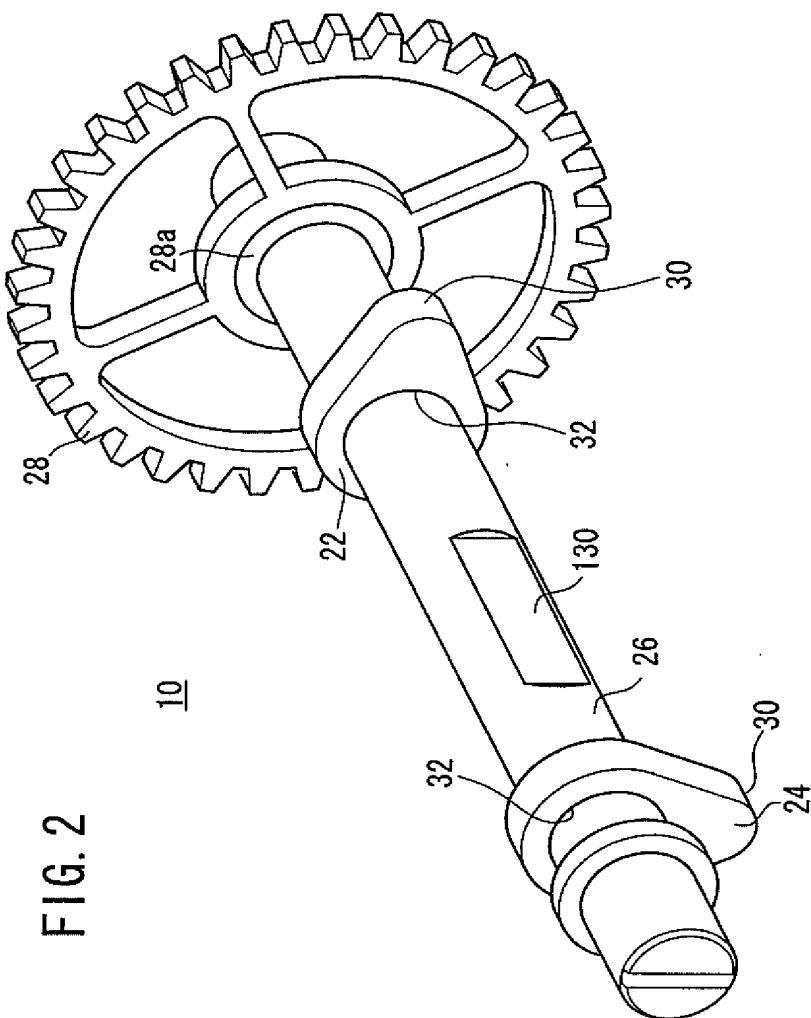
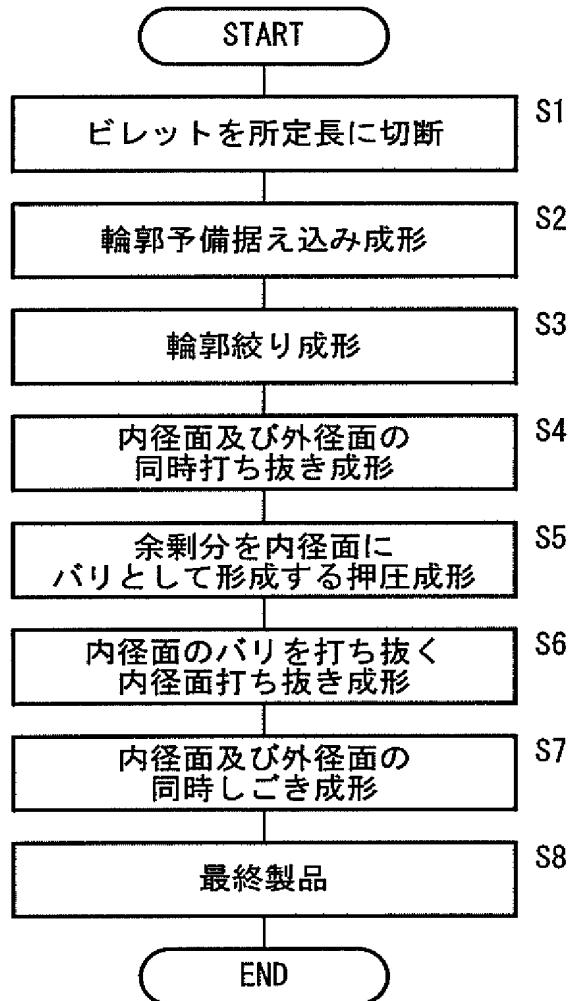


FIG. 2

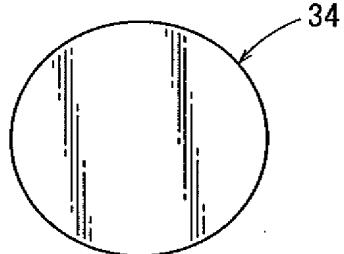
[図3]

FIG. 3



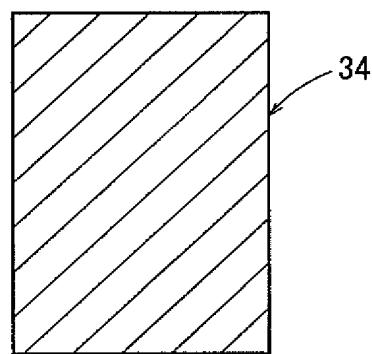
[図4]

FIG. 4



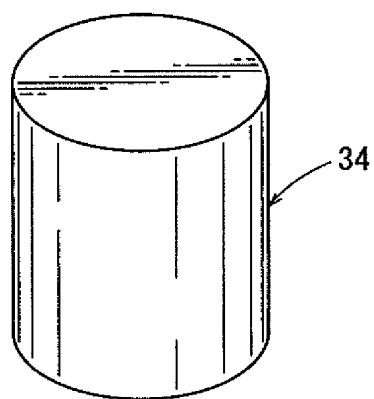
[図5]

FIG. 5



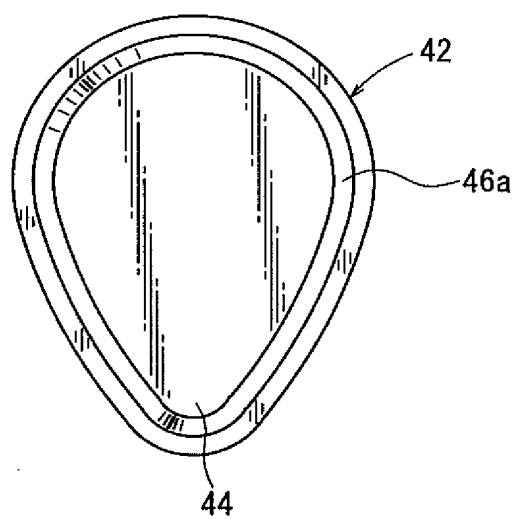
[図6]

FIG. 6



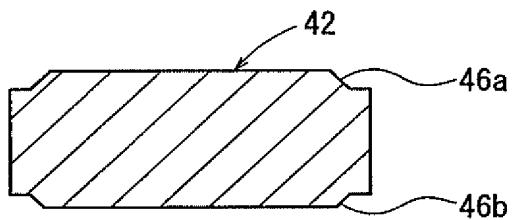
[図7]

FIG. 7



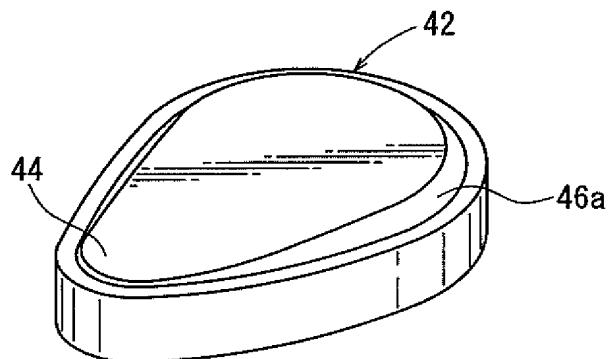
[図8]

FIG. 8



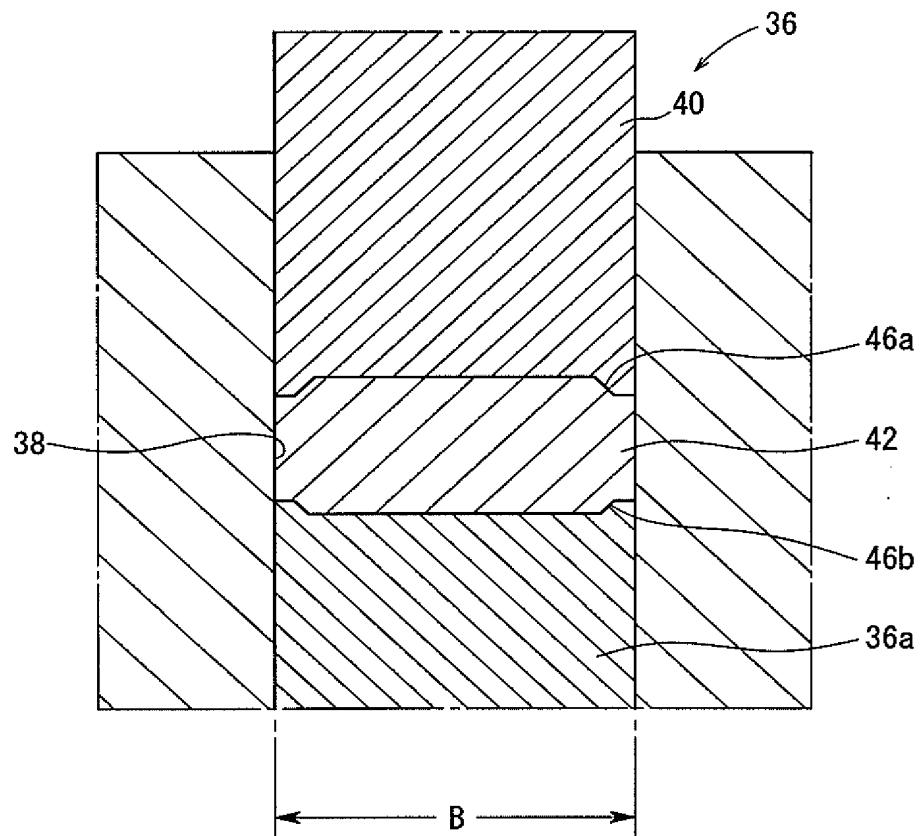
[図9]

FIG. 9



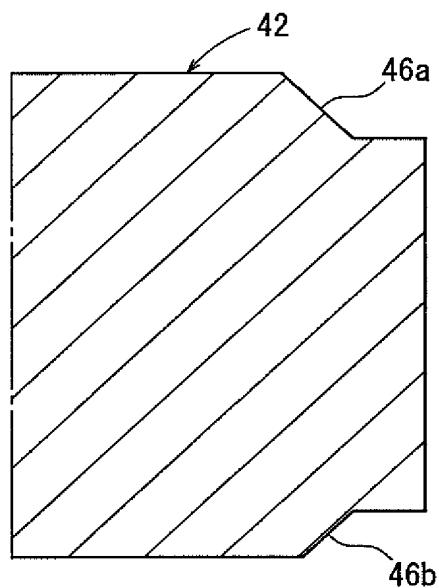
[図10]

FIG. 10



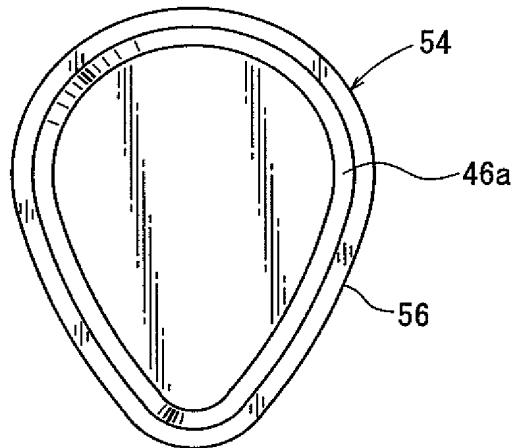
[図11]

FIG. 11



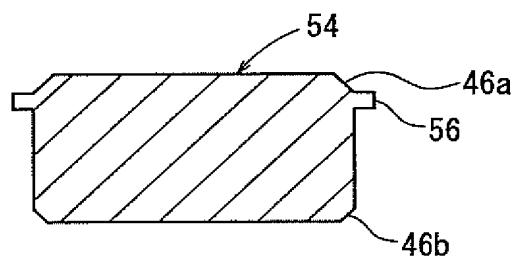
[図12]

FIG. 12



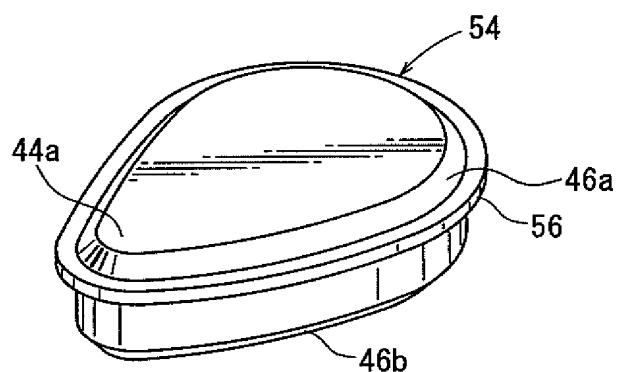
[図13]

FIG. 13



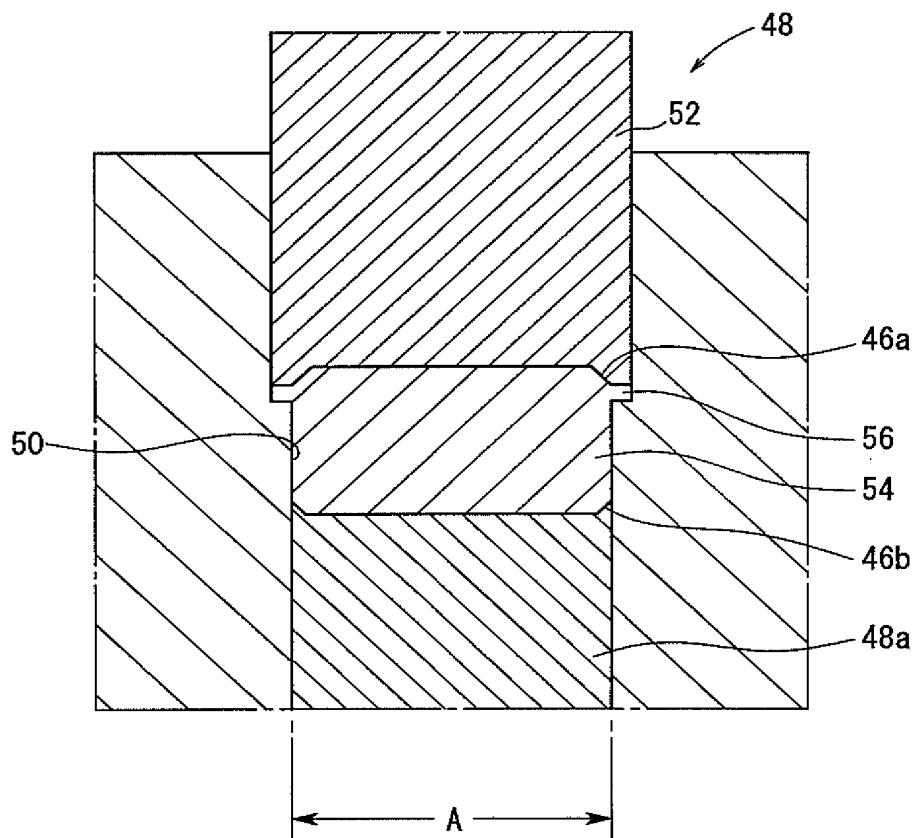
[図14]

FIG. 14



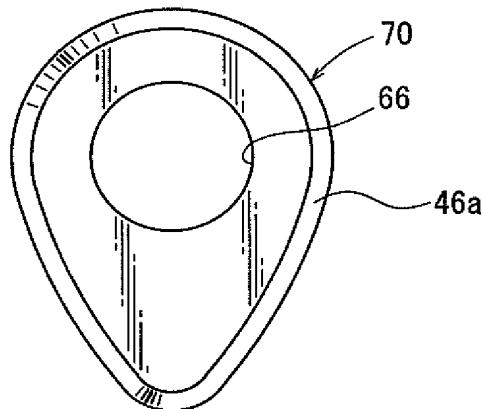
[図15]

FIG. 15



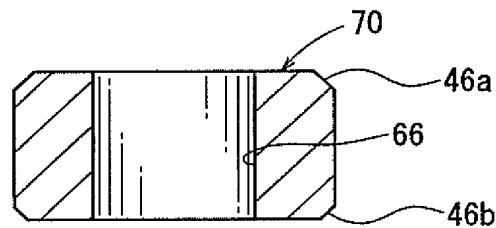
[図16]

FIG. 16



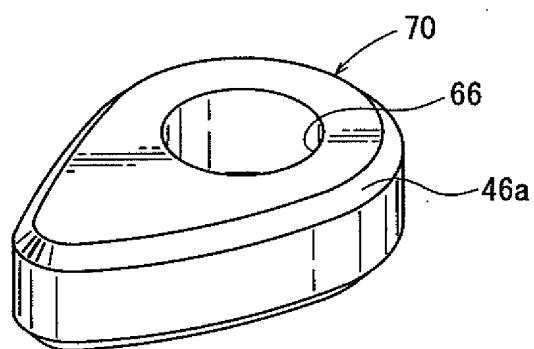
[図17]

FIG. 17



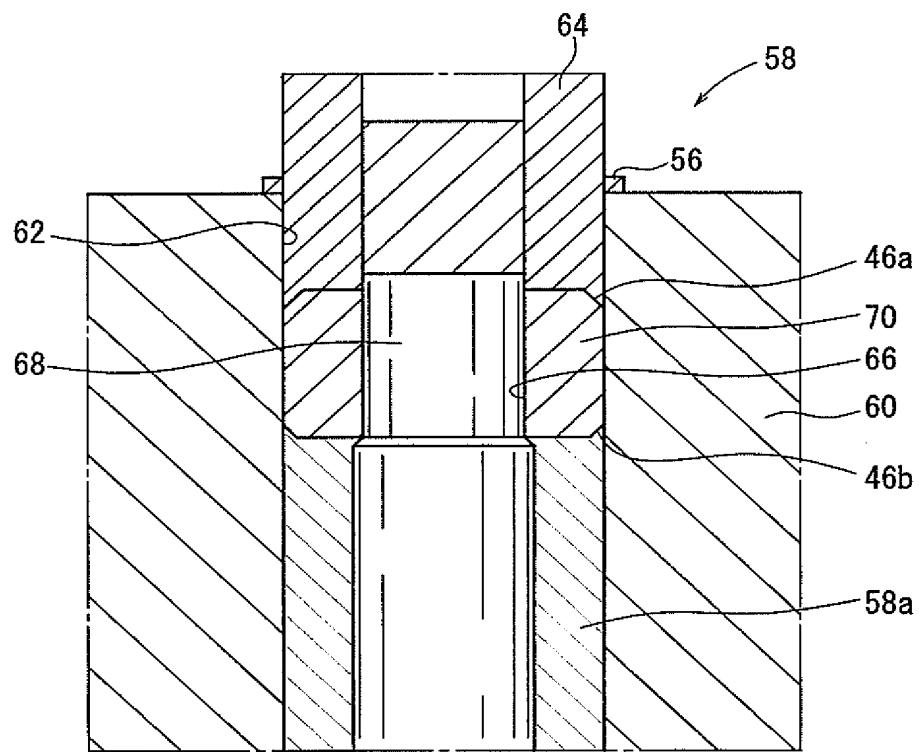
[図18]

FIG. 18



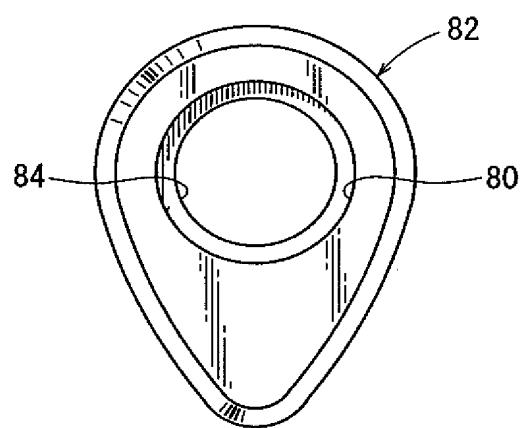
[図19]

FIG. 19



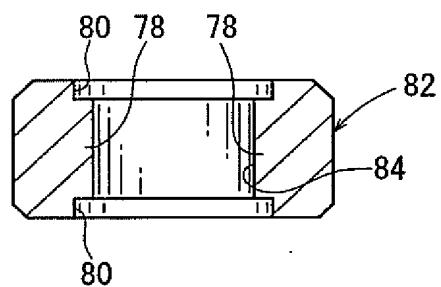
[図20]

FIG. 20



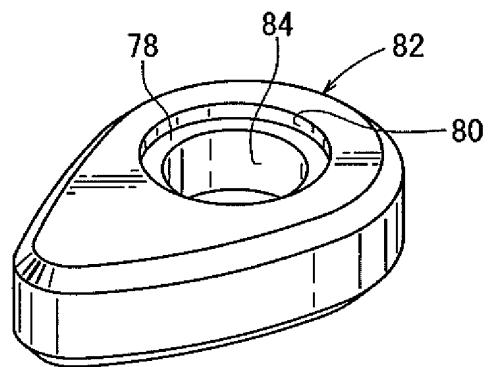
[図21]

FIG. 21



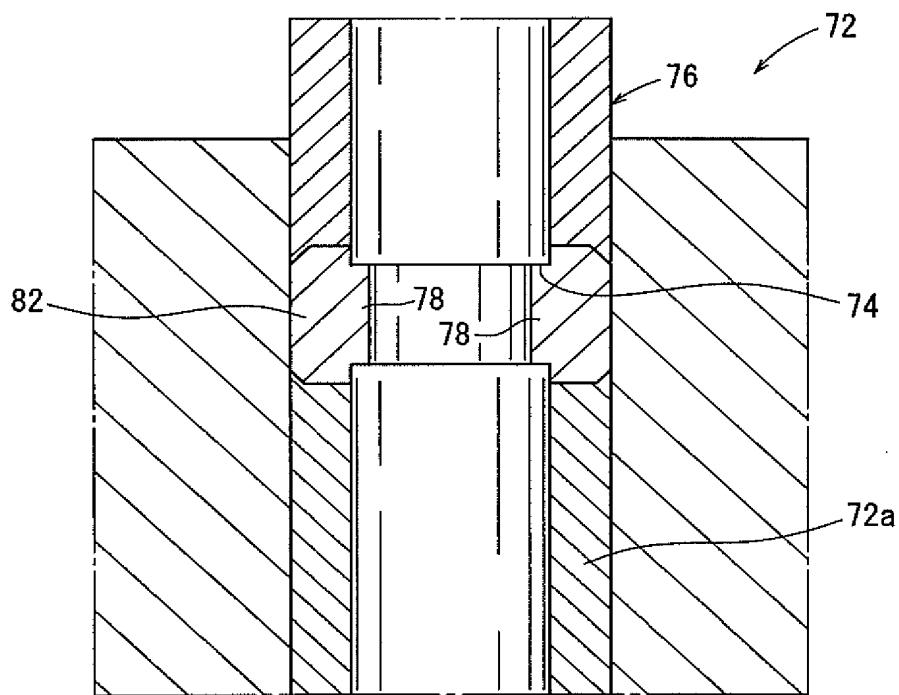
[図22]

FIG. 22



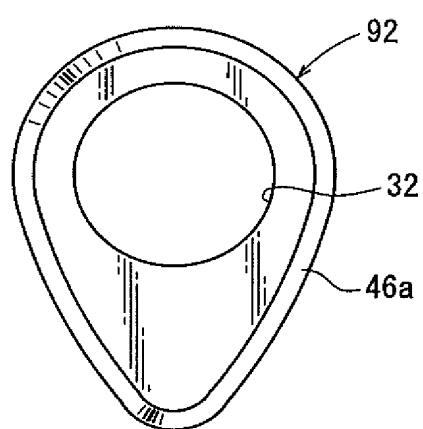
[図23]

FIG. 23



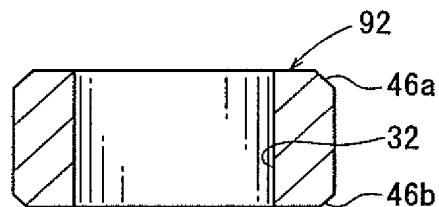
[図24]

FIG. 24



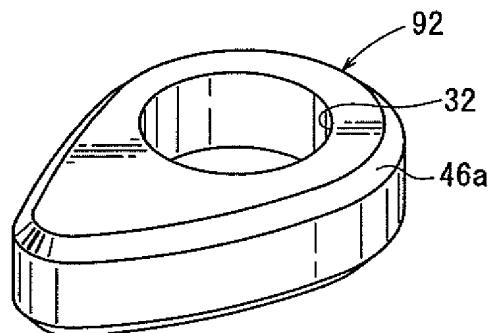
[図25]

FIG. 25



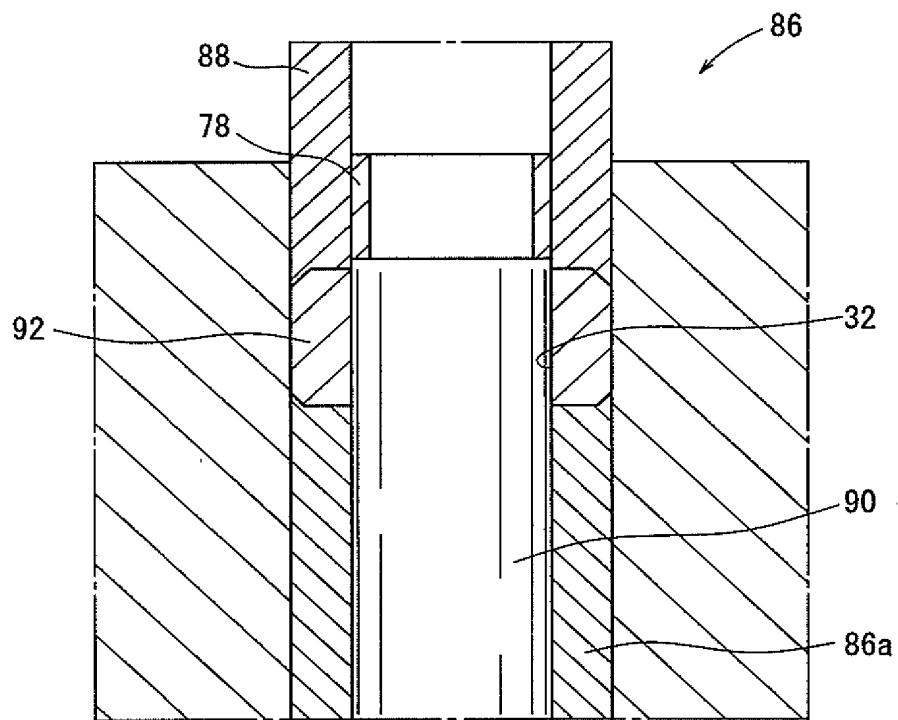
[図26]

FIG. 26



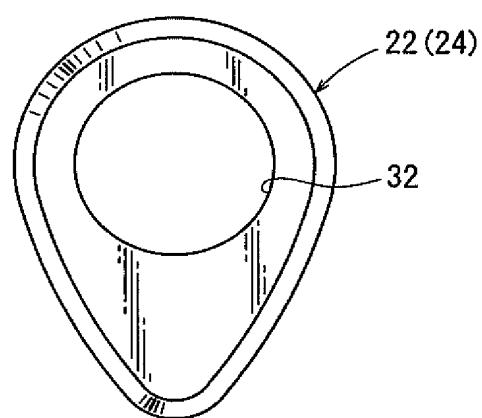
[図27]

FIG. 27



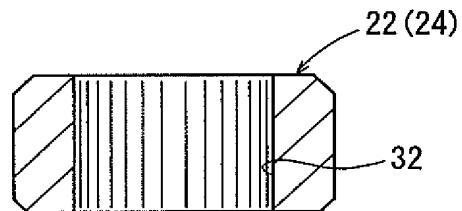
[図28]

FIG. 28



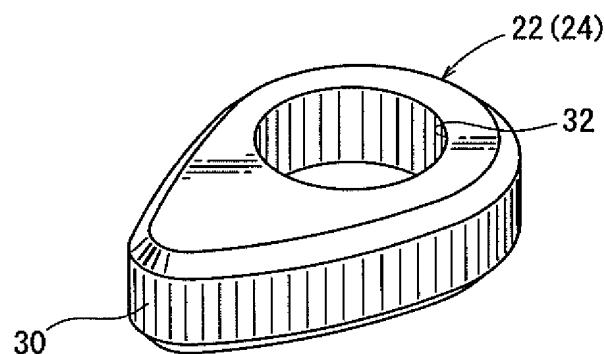
[図29]

FIG. 29



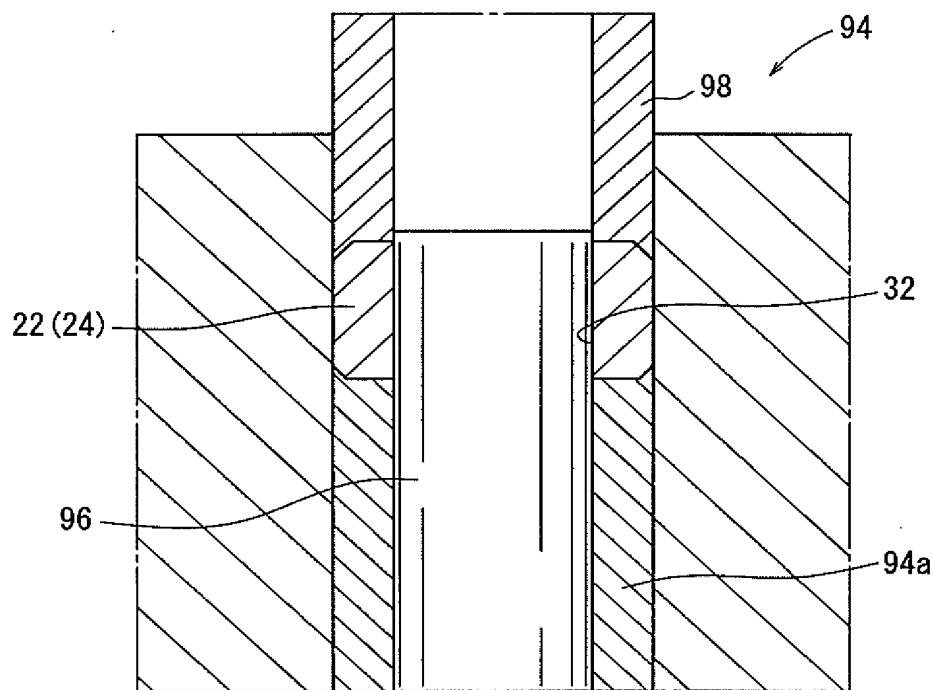
[図30]

FIG. 30



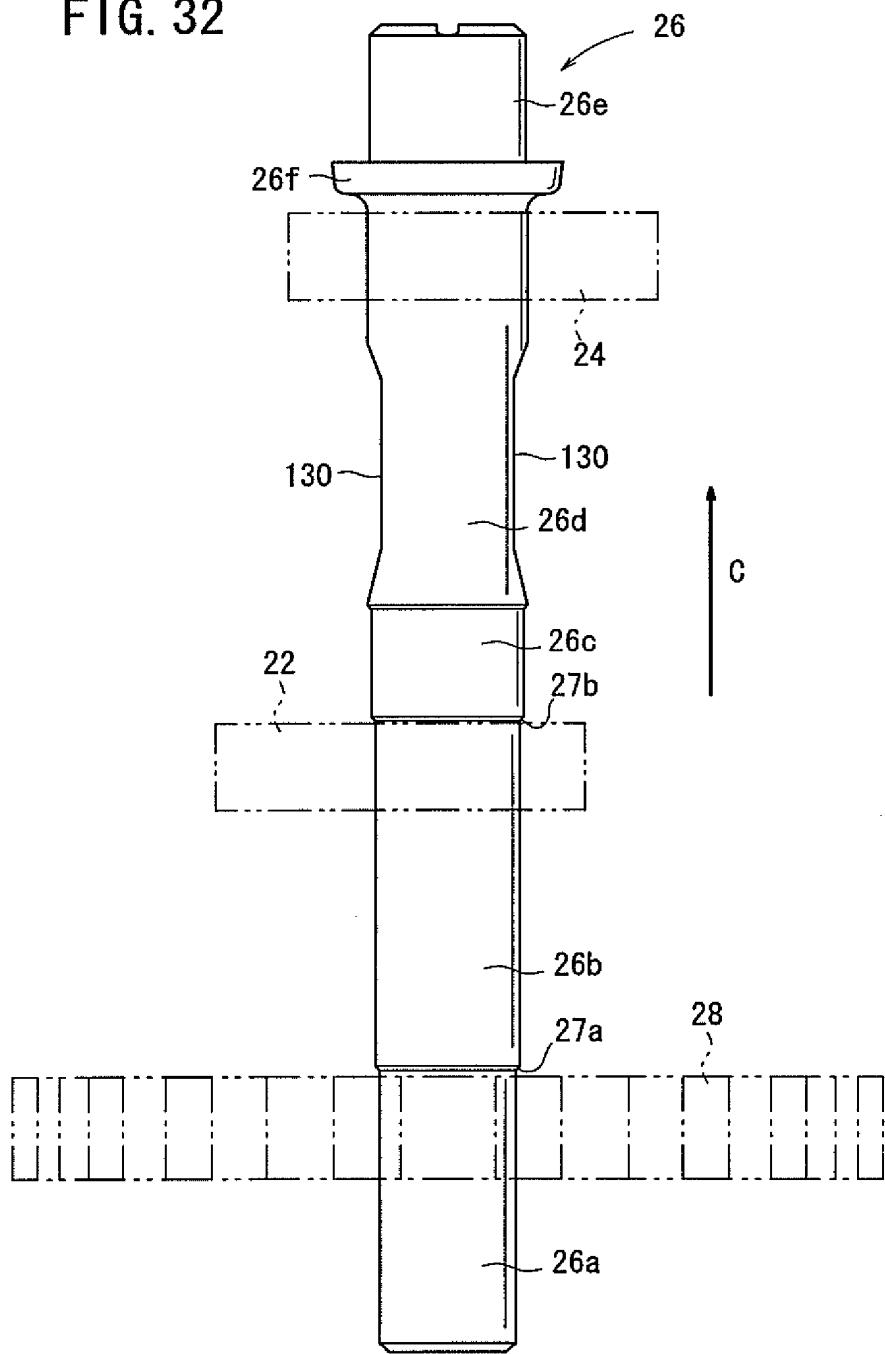
[図31]

FIG. 31



[図32]

FIG. 32



[図33]

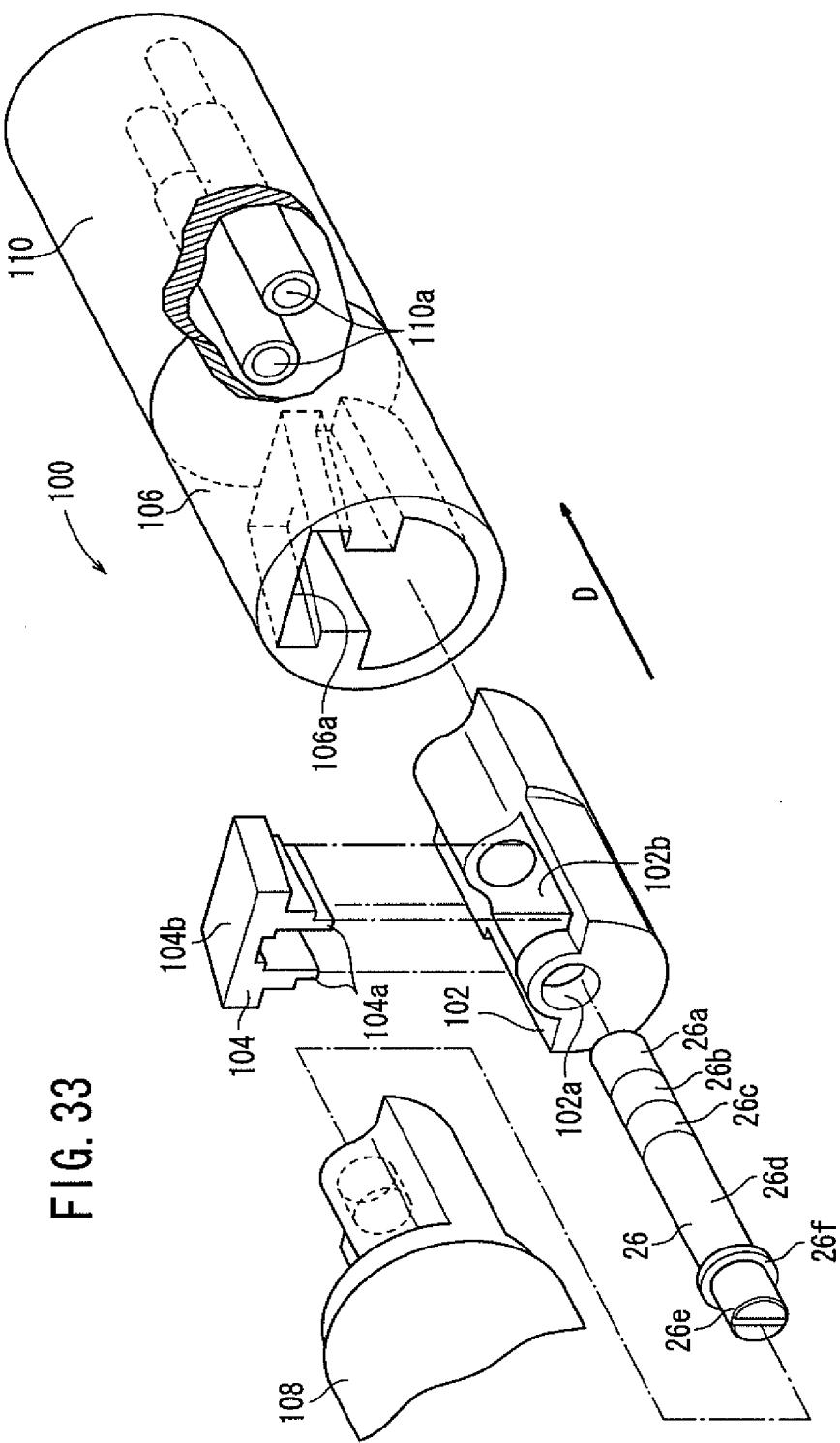
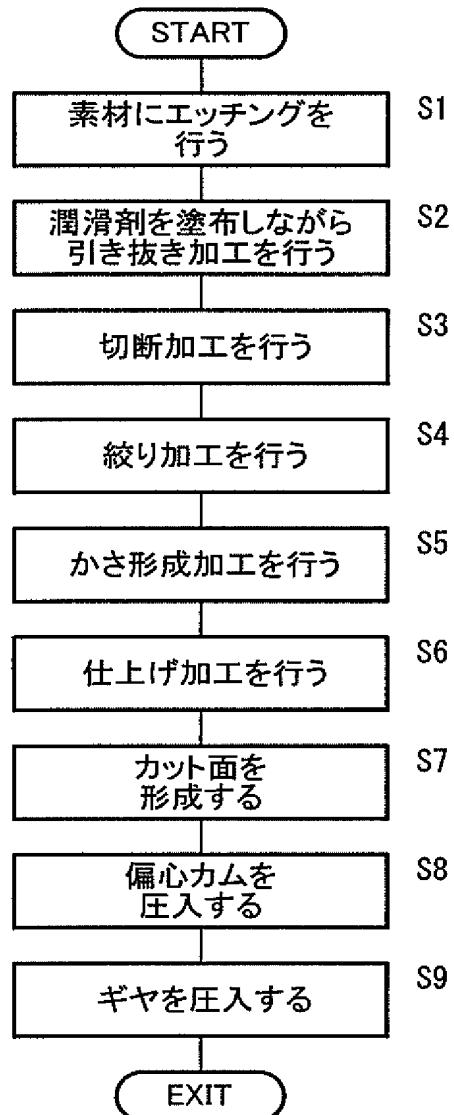


FIG. 33

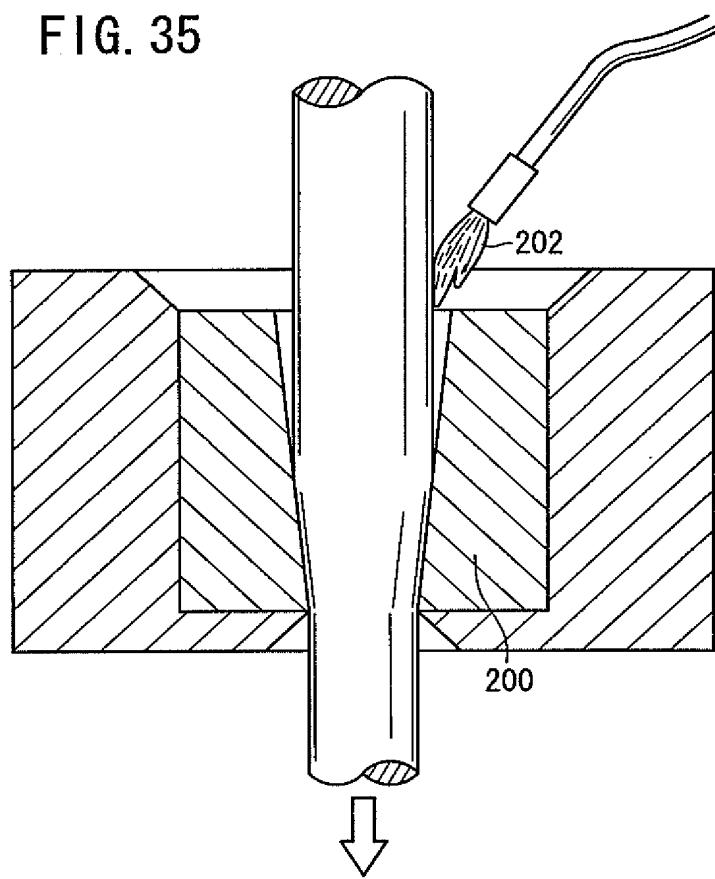
[図34]

FIG. 34



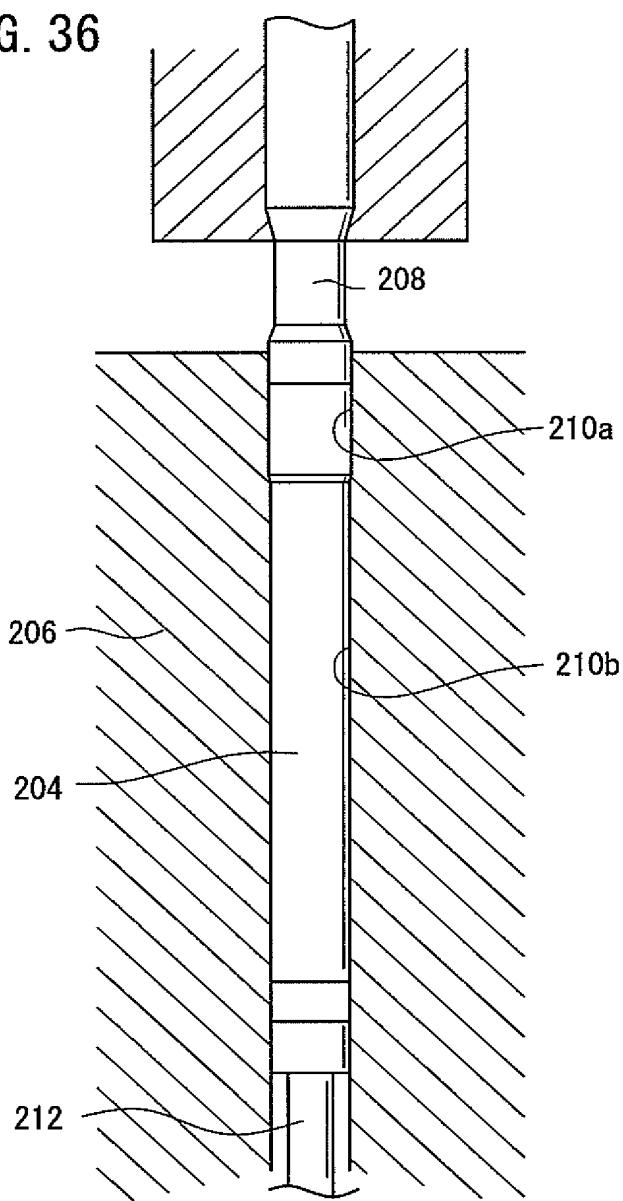
[図35]

FIG. 35



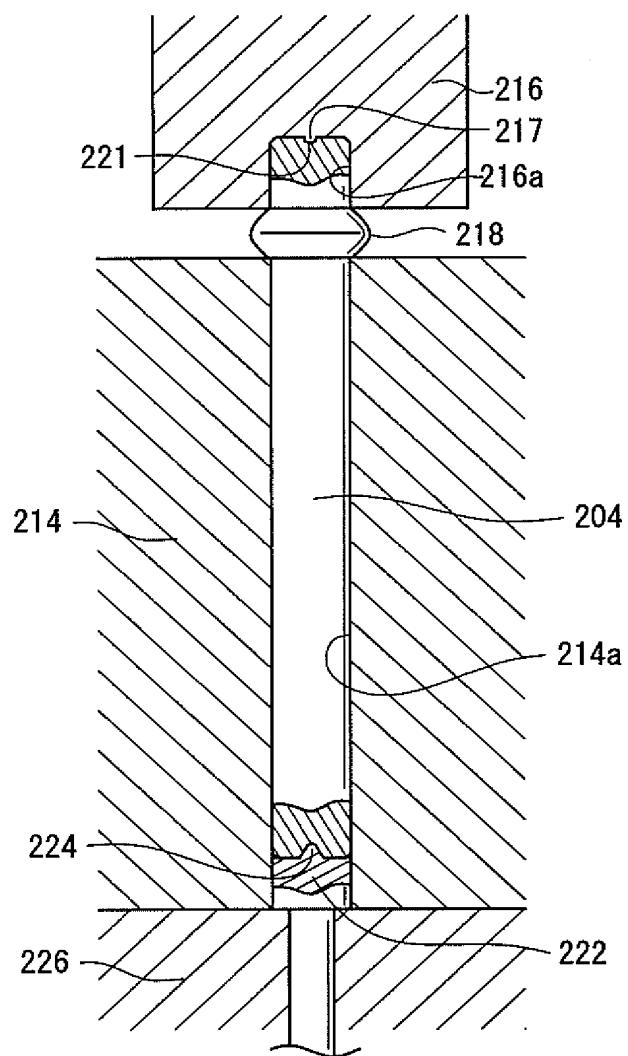
[図36]

FIG. 36



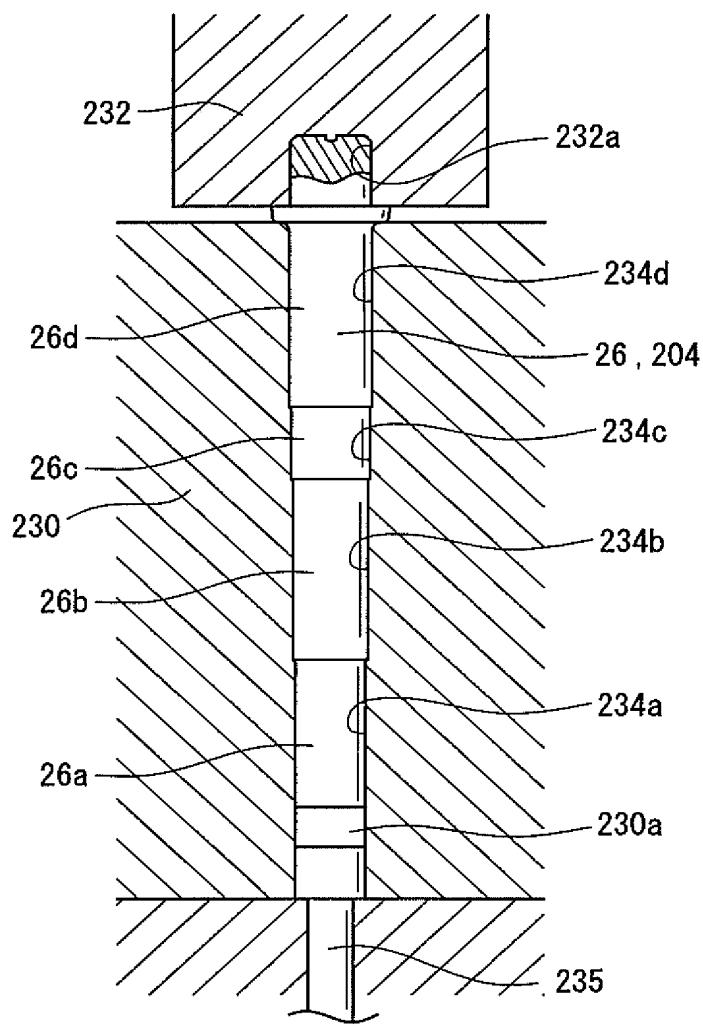
[図37]

FIG. 37



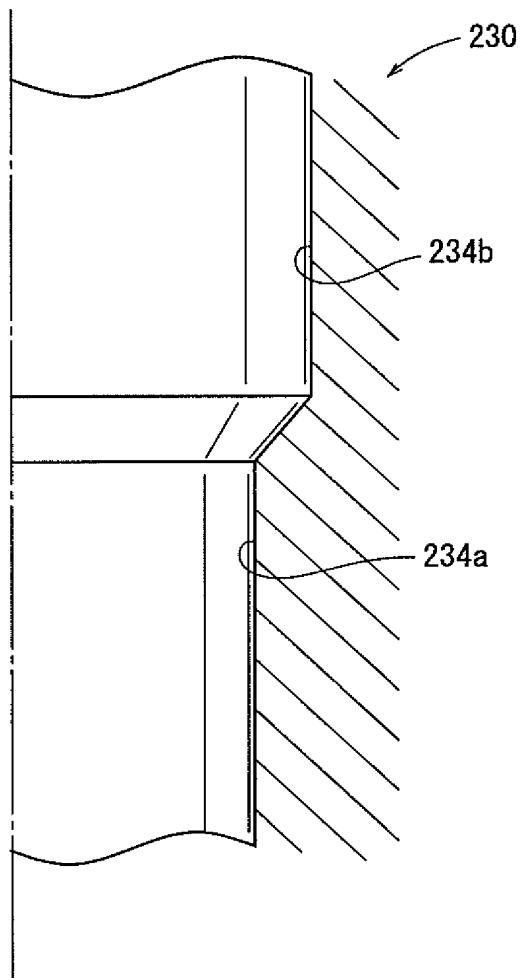
[図38]

FIG. 38



[図39]

FIG. 39



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2004/018510

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 Int.Cl<sup>7</sup> F01L1/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 Int.Cl<sup>7</sup> F01L1/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

 Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005  
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2003-285138 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 07 October, 2003 (07.10.03), Par. No. [0007]; Fig. 1 & EP 1331052 A2 & US 2003/0159284 A1	8-10
A	JP 8-90139 A (Kabushiki Kaisha Shouei), 09 April, 1996 (09.04.96), Par. Nos. [0010], [0011] (Family: none)	8-10
A	JP 57-179422 A (Aisin Chemical Co., Ltd.), 05 November, 1982 (05.11.82), Page 1, lower right column, line 5 to upper left column, line 2; Fig. 3 (Family: none)	5, 6

 Further documents are listed in the continuation of Box C.

 See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

 Date of the actual completion of the international search  
 21 January, 2005 (21.01.05)

 Date of mailing of the international search report  
 08 February, 2005 (08.02.05)

 Name and mailing address of the ISA/  
 Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2004/018510

**C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 165229/1983 (Laid-open No. 72906/1985) (Kawasaki Heavy Industries, Ltd.), 22 May, 1985 (22.05.85), Page 3, lines 11 to 14 (Family: none)	5, 6
A	JP 63-134807 A (Nippon Piston Ring Co., Ltd.), 07 June, 1988 (07.06.88), Page 2, upper right column, line 4 to lower right column, line 12; Figs. 5, 7 (Family: none)	11-13
A	JP 6-91322 A (Sanwa Metal Industries, Ltd.), 05 April, 1994 (05.04.94), Fig. 6 (Family: none)	11-13

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））  
 Int. C17  
 F01L 1/04

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））  
 Int. C17  
 F01L 1/04

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2005年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2005年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2005年

## 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P 2003-285138 A (日産自動車株式会社) 2003. 10. 07, 【0007】 , 図1&EP 1331052 A 2&US 2003/0159284 A1	8-10
A	J P 8-90139 A (株式会社ショウエイ) 1996. 04. 09, 【0010】 , 【0011】 (ファミリーなし)	8-10
A	J P 57-179422 A (アイシン化工株式会社) 1982. 11. 05, 第1頁右下欄第5行-左上欄第2行, 第3図 (ファミリーなし)	5, 6
A	日本国実用新案登録出願58-165229号 (日本国実用新案登録出願公開60-72906号) の願書に添付した明細書及び図面	5, 6

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日  
 21. 01. 2005

国際調査報告の発送日

08. 2. 2005

国際調査機関の名称及びあて先  
 日本国特許庁 (ISA/JP)  
 郵便番号 100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)  
 久島 弘太郎

3G 9725

電話番号 03-3581-1101 内線 6261

C(続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	の内容を撮影したマイクロフィルム(川崎重工株式会社), 1985.05.22, 第3頁第11-14行(ファミリーなし) JP 63-134807 A(日本ピストンリング株式会社) 1988.06.07, 第2頁右上欄第4行-右下欄第12行, 第5図, 第7図(ファミリーなし)	11-13
A	JP 6-91322 A(三和金属工業株式会社) 1994.04.05, 第6図(ファミリーなし)	11-13